

**PENGARUH PERLAKUAN RANSUM BERBEDA TERHADAP
KECERNAAN PROTEIN KASAR DAN SERAT KASAR
PADA KAMBING PERANAKAN ETAWA (PE) JANTAN**

(Skripsi)

Oleh

SILFIA MARDALENA



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRAK

PENGARUH PERLAKUAN RANSUM BERBEDA TERHADAP KECERNAAN PROTEIN KASAR DAN SERAT KASAR PADA KAMBING PERANAKAN ETAWA (PE) JANTAN

Oleh

Silfia Mardalena

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan ransum berbeda terhadap pencernaan protein kasar dan pencernaan serat kasar pada kambing Peranakan Etawa (PE) jantan. Penelitian ini dilaksanakan pada Februari--April 2017 di Kandang dan Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Kelompok tersebut berdasarkan bobot badan kambing. Kelompok berjumlah tiga dan masing-masing kelompok menggunakan tiga ekor kambing dengan rata-rata bobot badan berkisar 15--26,2 kg. Perlakuan yang diberikan meliputi: R1 (15% rumput gajah + 85% konsentrat (onggok, dedak, ampas tahu, molasses, premix, urea)); R2 (15% pelepah daun sawit fermentasi + 85% konsentrat (onggok, dedak, ampas tahu, molasses, premix, urea + bungkil inti sawit fermentasi)); R3 (R2 + mineral mikro organik Zn-lisinat 40 ppm). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf nyata 5% atau sangat nyata 1%, hasil berbeda nyata diuji lanjut menggunakan Uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pencernaan protein kasar R1: $70,74 \pm 2,06$ (%) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan R2: $61,85 \pm 2,03$ (%) dan R3: $60,11 \pm 2,70$ (%), sedangkan R2 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan R3. Namun, nilai pencernaan serat kasar tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) pada masing-masing perlakuan.

Kata kunci: ransum berbeda, pencernaan protein kasar, pencernaan serat kasar, kambing PE jantan

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT RATION TREATMENT ON THE DIGESTIBILITY OF CRUDE PROTEIN AND CRUDE FIBER IN MALE ETAWA GRADE GOAT

By

Silfia Mardalena

This study aims to determine the effect of different ration treatment on the digestibility of crude protein and digestibility of crude fiber in male Etawa Grade (PE) goats. The research was conducted on February--April 2017 at the Cage and Animal Feed Nutrition Laboratory of the Livestock Department, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The research used a Randomized Complete Block Design. The group based on goat body weight. The group amount in three and each group contained three goats with average body weight from 15--26,2 kg. The treatments: R1 (15% elephant grass + 85% concentrate (cassava by product, bran, tofu by product, molasses, premix, urea)); R2 (15% leaf midrib palm fermentation + 85% concentrate (cassava by product, bran, tofu by product, molasses, premix, urea + fermented palm kernel meal)); R3 (R2+ mineral micro organic Zn-lysinate 40 ppm)). The data were analyzed using ANOVA at 5% or 1%, the results were significantly followed tested using Duncan Test. The results showed that the crude protein digestibility value of R1: $70,74 \pm 2,06$ (%) was highly significant ($P < 0,01$) with R2: $61,85 \pm 2,03$ (%) and R3: $60,11 \pm 2,70$ (%), but R2 not significant ($P > 0,05$) with R3. However, the crude fiber digestibility value did not significant affect ($P > 0,05$) in each treatment.

Key words: different rations, digestibility of crude protein, digestibility of crude fiber, male Etawa Grade goats

**PENGARUH PERLAKUAN RANSUM BERBEDA TERHADAP
KECERNAAN PROTEIN KASAR DAN SERAT KASAR PADA KAMBING
PERANAKAN ETAWA (PE) JANTAN**

Oleh

SILFIA MARDALENA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PETERNAKAN

Pada

Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **PENGARUH PERLAKUAN RANSUM BERBEDA TERHADAP KECERNAAN PROTEIN KASAR DAN SERAT KASAR PADA KAMBING PERANAKAN ETAWA (PE) JANTAN**


Nama Mahasiswa : **Silfia Mardalena**

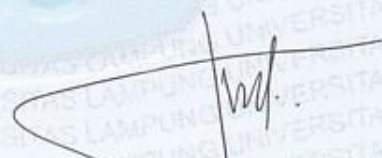
Nomor Pokok Mahasiswa : 1314141051

Jurusan : **Peternakan**

Fakultas : **Pertanian**




Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M. S.
NIP 19610307 198503 1 006


Liman, S. Pt. M. Si.
NIP 19670422 199402 1 001

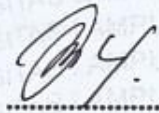
2. **Ketua Jurusan Peternakan**


Sri Suharyati, S. Pt., M. P.
NIP 19680728 199402 2 002

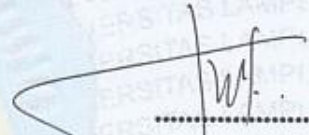
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

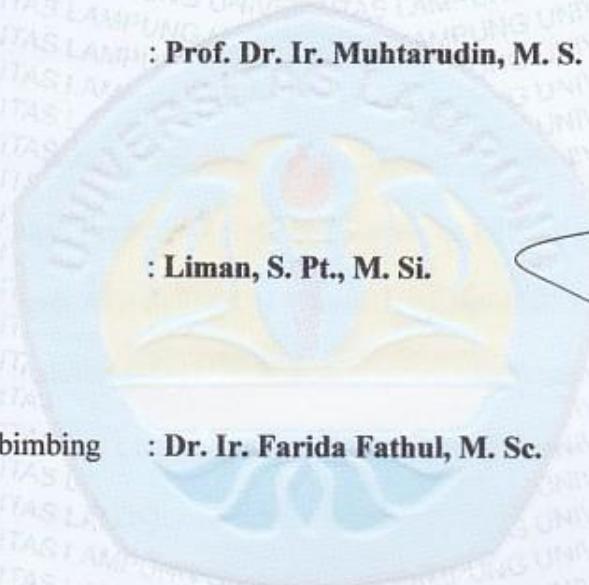
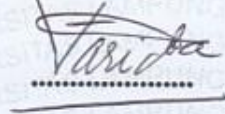
Ketua : Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M. S.



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



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Farida Fathul, M. Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Agustus 2017

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Terbaya, Kecamatan Kotaagung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung pada 10 Maret 1995, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Zul Asman dan Ibu Khotijah, Kakak dari Anggis Prandana, Alvina Zalfa Rifasha, dan Mayra Zuliza Ashoffa.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 4 Kuripan pada 2007, Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 Kotaagung Timur pada 2010, dan Sekolah Menengah Atas di SMA N 1 Kotaagung pada 2013. Pada tahun yang sama, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) pada Juli-Agustus 2016 di Desa Srisawahan, Kecamatan Punggur, Kabupaten Lampung Tengah dan melaksanakan penelitian pada Februari--April 2017 di kandang Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada Januari--Maret 2016, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Argomulyo, Kecamatan Sumber Rejo, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah biokimia, bahan pakan dan formulasi ransum, produksi ternak daging, ilmu nutrisi ternak

ruminansia, ilmu nutrisi aneka ternak dan satwa, industri pakan, dan pemanfaatan limbah agroindustri serta terdaftar sebagai anggota himpunan mahasiswa peternakan (HIMAPET), anggota kaderisasi FOSI FP, dan Sekretaris Departemen Kepemudaan BEM FP UNILA.

MOTTO

“Karena sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan kerjakanlah dengan sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu berharap
(QS. Al-Insyirah : 5-8)”

“ Jika kamu sedang berada dalam perasaan putus asa, maka ingatlah wajah ibu dan ayah mu yang tidak kenal lelah membahagiakan mu.
Namun jika kau kelak telah sukses, jangan lupa pada mereka sekalipun hanya memberi kabar (Silfia Mardalena)”.

“Dan sesungguhnya pada binatang-binatang ternak, benar-benar terdapat pelajaran yang penting bagi kamu. Kami memberi minum kamu dari air susu yang ada dalam perutnya, dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu, dan sebagian daripadanya kamu makan (QS. Al-Mu’minuun :21)

*Alhamdulillah atas segala nikmat dan karunia-Nya.
Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih
yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini
untuk:*

*Ibu dan ayah tercinta, adik Anggis, Upik, Rara,
dan seluruh keluarga besarku, seluruh sahabatku,
orang-orang yang menyayangiku, serta almamater
tercinta yang selalu kubanggakan.*

*Tanpa doa, motivasi, kasih sayang, dan pengorbanan
mereka, aku tidaklah berarti apa-apa.*

*Semoga karya kecil ini bukan menjadi karya yang
terakhir untuk penulis.*

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabatnya tercinta.

Skripsi dengan judul “Pengaruh Perlakuan Ransum Berbeda terhadap Kecernaan Protein Kasar dan Serat Kasar Pada Kambing Peranakan Etawa (PE) Jantan” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S.—selaku Dekan Fakultas Pertanian—yang telah memberi izin kepada penulis untuk melakukan penelitian dan mengesahkan skripsi ini.
2. Ibu Sri Suharyati, S.Pt., M.P.—selaku Ketua Jurusan Peternakan—yang telah memberikan nasihat, arahan, dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.—selaku Pembimbing Utama—atas ide penelitian, arahan, bimbingan, dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Liman, S.Pt., M.Si.--selaku Pembimbing Anggota—atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Ir. Farida Fathul, M.Sc.—selaku Penguji Utama—atas arahan, petunjuk, dan saran yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak drh. Purnama Edi Santosa—selaku Dosen Pembimbing Akademik—yang telah memberikan arahan, nasihat, motivasi kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
7. Ibu Ir. Nining Purwaningsih—selaku dosen yang telah memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan bantuan yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
8. Bapak dan ibu dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung—atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
9. Bapak dan ibu tercinta yang telah mencurahkan kasih sayang, cinta, doa, perhatian, tenaga, dan motivasi dengan tulus ikhlas kepada penulis.
10. Adik Anggis Prandana, Alvina Zalfa Rifasha, Mayra Zuliza Assofa yang telah memberikan keceriaan dan kasih sayang kepada penulis.
11. Tio dan Ari—selaku teman seperjuangan selama penelitian--yang telah memberikan bantuan, dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.

12. Keluarga besar HIMAPET dan FOSI FP periode 2015--2016 dan Keluarga besar BEM FP UNILA periode 2016-2017 atas kebersamaan selama ini yang bersama-sama dengan penulis membangun potensi diri dan berkarya.
13. Rahmaya, Rizky, Nanda, Selvy, Ratna, Fonny, Rendy, Winda, atas persahabatan selama ini, ibu dan bapak kost atas motivasi, bantuan, dukungan yang diberikan kepada penulis selama ini.
14. Lara, Shinta, Aje, Irma, Mayora, Widya, Arum, Tiara, Leni, Made, Elsa, Farah, Jeje, Okti, Tika, Lubis, Erlina, Pipit, Dea, Eli, St, Semi, Irene, Lukman, Hery, Joyevan, Rangga, Agus, Wahyu, Triwantoro, Elvin, Taufik, Nanang, seluruh teman-teman angkatan 2013, adik-adik angkatan 2014, 2015 dan 2016 yang telah memberikan bantuan dan kesan yang mendalam kepada penulis selama menjadi mahasiswa.

Bandar Lampung, 10 Mei 2017

Silfia Mardalena

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Manfaat Penelitian	4
D. Kerangka Pemikiran	4
E. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Kambing Peranakan Etawa	8
B. Deskripsi Limbah Kelapa Sawit	9
B.1 Bungkil inti sawit	10
B.2 Pelepah daun sawit	11
C. Fermentasi	12
D. Sistem Pencernaan Ruminansia	15
D.1 Pemberian pakan pada kambing	16
D.2 Kecernaan pakan	18
D.2.1 Daya cerna serat kasar	20
D.2.2 Daya cerna protein kasar	21
E. Mineral Mikro Organik	23

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	27
B. Bahan dan Alat Penelitian	27
B.1 Bahan penelitian	27
B.2 Alat penelitian	28
C. Rancangan Penelitian	28
C.1 Rancangan perlakuan	28
C.2 Rancangan percobaan	29
C.3 Prosedur penelitian	30
C.3.1 Persiapan penelitian	30
C.3.2 Pembuatan silase limbah kelapa sawit.....	30
C.3.3 Pembuatan mineral mikro organik.....	32
C.3.4 Pembuatan konsentrat	33
C.3.5 Kegiatan penelitian	34
C.3.6.Koleksi feses	35
C.3.7 Analisis proksimat	35
D. Peubah yang diamati	39
D.1 Kecernaan protein kasar	39
D.2 Kecernaan serat kasar	39
E. Analisis Data	40

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Perlakuan Ransum Berbeda Terhadap Kecernaan Protein Kasar	41
B. Pengaruh Perlakuan Ransum Berbeda Terhadap Kecernaan Serat Kasar.....	47

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	53
B. Saran	53

DAFTAR PUSTAKA	55
-----------------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan nutrisi bungkil inti sawit.....	10
2. Kandungan nutrisi bungkil inti sawit.....	11
3. Kandungan nutrisi ransum	28
4. Susunan ransum pada masing-masing perlakuan.....	29
5. Rata-rata pencernaan protein kasar pada kambing PE jantan	42
6. Rata-rata pencernaan serat kasar pada kambing PE jantan	47
7. Kandungan nutrisi bahan pakan	63
8. Kandungan nutrisi konsentrat perlakuan (R1, R2, dan R3).....	63
9. Kandungan nutrisi ransum	64
10. Konsumsi bahan kering pakan	64
11. Pencernaan protein kasar hasil penelitian.....	65
12. Analisis ragam pencernaan protein kasar.....	65
13. Nilai kritis uji Duncan.....	65
14. Uji Duncan	65
15. Pencernaan serat kasar hasil penelitian	66
16. Analisis ragam pencernaan serat kasar	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tata letak kandang percobaan.....	30
2. Skema pembuatan silase pelepah daun sawit.....	31
3. Skema Pembuatan silase bungkil inti sawit	32
4. Pembuatan silase bungkil inti sawit	67
5. Pembuatan silase pelepah daun sawit	67
6. Pembuatan Konsentrat	68
7. Pemberian pakan	68
8. Pengambilan feses	69
9. Penjemuran feses.....	69
10. Penimbangan feses	70
11. Seleksi bulu dari feses	70
12. Analisis proksimat serat kasar.....	71
13. Analisis proksimat protein kasar	71

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bahan pangan asal ternak merupakan sumber protein hewani penting bagi manusia yang berperan untuk mengganti sel-sel tubuh yang rusak dan membentuk jaringan tubuh. Kambing merupakan salah satu jenis ternak yang berpotensi dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan protein hewani bagi manusia. Salah satu jenis kambing yang berpotensi dikembangkan untuk menyumbang persediaan protein hewani di Indonesia yaitu kambing Peranakan Etawa (PE) jantan.

Kambing PE merupakan hasil persilangan antara kambing Etawa (dari India) dengan kambing Kacang, yang penampilannya mirip kambing Etawa tetapi lebih kecil. Untuk meningkatkan produktivitas kambing PE jantan sebagai penghasil daging dalam memenuhi kebutuhan protein hewani maka diperlukan manajemen pemeliharaan yang baik, terutama manajemen pakan.

Hijauan memegang peranan penting pada produksi ternak ruminansia terutama kambing, sebab hijauan merupakan sumber pakan serat yang sangat dibutuhkan dalam proses pencernaan. Selain itu, sistem pencernaan kambing yang memiliki lambung majemuk sehingga mampu memanfaatkan hijauan lebih banyak dibandingkan ternak unggas. Namun, ketersediaan hijauan akhir-akhir ini

semakin terbatas. Hal ini disebabkan karena ketersediaan hijauan dipengaruhi oleh musim, sempitnya lahan pertanian, dan mahalny harga bahan pakan impor.

Saat musim hujan ketersediaan hijauan cukup melimpah sehingga melebihi kebutuhan, sedangkan pada musim kemarau produksi hijauan menurun sehingga peternak kesulitan untuk mendapatkan hijauan yang berakibat pada menurunnya produksi ternak. Sempitnya lahan pertanian sebagai akibat pesatnya perkembangan pembangunan pemukiman dan industri juga menyebabkan ketersediaan lahan untuk tanaman hijauan secara otomatis semakin berkurang.

Selain itu, upaya peningkatan produksi ternak tidak cukup hanya dengan memberikan rumput alam saja, tetapi perlu adanya pakan tambahan. Mahalnya harga bahan pakan impor sebagai bahan baku pembuatan bahan pakan tambahan juga mendorong kita agar mampu memanfaatkan berbagai sumberdaya lokal sebagai sumber bahan pakan alternatif, terutama bahan pakan sumber protein dan energi. Bahan pakan alternatif yang dimaksud diharapkan tersedia secara kontinu, melimpah, murah, tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, secara ekonomi menguntungkan, dan secara sosial dapat diterima masyarakat. Salah satu bahan pakan yang cukup potensial adalah produk samping perkebunan kelapa sawit.

Limbah kelapa sawit memiliki kandungan nutrisi yang masih dapat dimanfaatkan bagi ternak ruminansia. Menurut Bintang *et al.* (1999) bahwa bungkil inti sawit mengandung nutrisi berupa protein kasar 14,19%; serat kasar 21,70%; Lemak 9,60%; Abu 3,50%; Kalsium 0,36%; Fosfor 0,71%; Energi Metabolisme 2,087 (kkal/kg). Berdasarkan laporan tersebut, bahwa limbah kelapa sawit juga memiliki pembatas dalam penggunaannya yaitu tingginya serat kasar, dan sehingga

perlu dilakukan pengolahan fermentasi seperti silase dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas pakan dengan menurunkan serat kasar dan meningkatkan kandungan protein.

Usaha memperbaiki pemanfaatan pakan pada ruminansia selain perbaikan kualitas pakan prarumen juga harus ditunjang dengan perbaikan yang mendukung bioproses di dalam rumen dan pascarumen. Bioproses di dalam rumen sangat dipengaruhi oleh mikroba di dalam rumen. Laju pertumbuhan mikroba rumen maksimum dicapai apabila pasokan semua nutrisi prekursor tersedia dalam konsentrasi yang optimum. Suplementasi nutrisi dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan mikroba rumen dalam memanfaatkan limbah kelapa sawit terfermentasi. Oleh sebab itu, teknologi pengolahan pakan harus dipadukan dengan suplementasi nutrisi sebagai prekursor sintesis biomassa misalnya nitrogen, sulfur, asam lemak rantai cabang, mineral mikro (Zn), dan energi. Nutrisi tersebut sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan mikroba rumen.

Penggunaan mineral mikro organik (Zn-lisinat) merupakan salah satu suplemen nutrisi yang diharapkan mampu membantu mengoptimalkan pemanfaatan limbah sawit sebagai bahan pakan alternatif yang diduga defisien kandungan mineral Zn. Penggunaan mineral mikro organik (Zn) diharapkan mampu mengoptimalkan populasi mikroba dalam rumen dan pascarumen serta metabolisme zat-zat makanan lebih baik pada pemanfaatan limbah kelapa sawit sehingga berimplikasi positif terhadap pencernaan kambing.

B. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini bertujuan:

1. untuk mengetahui pengaruh ransum berbeda terhadap kecernaan protein kasar dan serat kasar pada kambing PE jantan;
2. untuk mengetahui ransum yang memiliki pengaruh terbaik terhadap kecernaan protein kasar dan serat kasar pada kambing PE jantan.

C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan bagi para peneliti dan kalangan akademis serta memberikan informasi kepada masyarakat khususnya peternak mengenai manfaat penggunaan limbah kelapa sawit terfermentasi dan mineral mikro organik (Zn-lisinat) dalam ransum terhadap kecernaan protein kasar dan serat kasar pada kambing PE jantan.

D. Kerangka pemikiran

Salah satu upaya untuk mengatasi ketersediaan hijauan pakan yang semakin terbatas karena berkurangnya lahan pertanian yaitu memanfaatkan limbah kelapa sawit. Namun, menurut Bintang *et al.* (1999) bahwa bungkil inti sawit mengandung nutrisi berupa protein kasar 14,19%; serat kasar 21,70%; Lemak 9,60%; Abu 3,50%; Kalsium 0,36%; Fosfor 0,71%; Energi Metabolisme 2,087 (kkal/kg). Faktor pembatas bungkil inti sawit sebagai pakan ternak yaitu kandungan serat kasar yang tinggi dan kadar protein kasar yang rendah. Penggunaan serat kasar yang tinggi, selain dapat menurunkan komponen yang

mudah dicerna juga menyebabkan penurunan aktivitas enzim pemecah zat-zat makanan, seperti enzim yang membantu pencernaan karbohidrat, protein dan lemak (Parrakasi, 1999), sehingga perlu dilakukan pengolahan salah satunya dengan cara fermentasi (Prabowo *et al.*, 2011). Menurut Bintang *et al.* (1999) bahwa bungkil inti sawit yang telah mengalami fermentasi mengandung nutrisi berupa protein kasar 25,06%; serat kasar 19,75%; Lemak 6,70%; Abu 7,75%; Kalsium 0,35%; Fosfor 0,88%; Energi Metabolisme 2,413 (kkal/kg). Berdasarkan laporan tersebut, maka bungkil inti sawit yang telah difermentasi mengalami penurunan serat kasar dan peningkatan protein kasar.

Fermentasi merupakan teknologi pengolahan bahan pakan secara biologis yang melibatkan mikroorganisme guna memperbaiki nutrisi bahan pakan berkualitas rendah. Pada proses fermentasi, selain senyawa karbohidrat, protein dan lemak juga dipecah oleh mikroba dengan enzim tertentu yang akan menghasilkan CO₂, H₂O, dan energi. Proses ini akan menyebabkan perubahan sifat bahan yang akan digunakan, pada umumnya memiliki nilai zat makanan yang lebih baik dari bahan asalnya karena mikroba bersifat katabolik. Sifat katabolik dari mikroba tersebut akan memecah komponen kompleks menjadi komponen sederhana seperti protein menjadi asam amino dan mampu mensintesis beberapa vitamin B kompleks (Winarno *et al.*, 1980).

Peningkatan kandungan protein kasar pada bungkil inti sawit terfermentasi terjadi karena adanya perombakan protein kompleks menjadi protein sederhana oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba. Hal ini sesuai dengan pendapat Anggorodi (1994) perombakan protein diubah menjadi polipeptida, selanjutnya menjadi

peptida sederhana, kemudian peptida ini akan dirombak menjadi asam-asam amino. Asam-asam amino ini yang akan dimanfaatkan oleh mikroba untuk memperbanyak diri. Jumlah koloni mikroba yang merupakan sumber protein tunggal menjadi meningkat selama proses fermentasi. Selain itu, penurunan serat kasar terjadi karena adanya bakteri selulolitik. Menurut Tarigan (2011), bakteri selulolitik merupakan aktivitas bakteri dalam perombakan selulosa dengan bantuan enzim selulase. Penerapan teknologi fermentasi dalam pembuatan silase limbah kelapa sawit ini menggunakan *Effective Microorganism* (EM-4). Hasil penelitian Winedar (2006) penggunaan pakan yang difermentasi dengan EM-4 menyebabkan peningkatan daya cerna dan kandungan protein bahan.

Namun, selain perbaikan kualitas pakan prarumen juga harus ditunjang dengan perbaikan yang mendukung bioproses di dalam rumen dan pascarumen.

Bioproses di dalam rumen sangat dipengaruhi oleh mikroba di dalam rumen. Laju pertumbuhan mikroba rumen maksimum dapat dicapai apabila pasokan semua nutrisi prekursor tersedia dalam konsentrasi yang optimum. Hal ini akan tercapai jika semua pakan penyusun ransum mengandung nutrisi yang dibutuhkan.

Suplementasi nutrisi dibutuhkan untuk pemanfaatan limbah sawit terfermentasi yang diduga mengalami defisien mineral Zn. Oleh karena itu, teknologi pengolahan pakan harus dipadukan dengan suplementasi nutrisi sebagai prekursor sintesis biomassa misalnya mineral mikro organik (Zn-lisinat). Nutrisi tersebut sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan mikroba rumen.

Mineral mikro yang berperan aktif dalam metabolisme mikroba rumen secara in vitro yaitu Zn, Se, Co, Cu, dan Mo (Supriyati, 2008). Pemberian mineral Zn

dapat memacu pertumbuhan mikroba rumen dan meningkatkan penampilan ternak (Muhtarudin *et al.*, 2003). Menurut hasil penelitian Fathul *et al.* (2003) penambahan Zn-lisinat ke dalam ransum sebanyak 10 ppm menghasilkan pencernaan bahan kering sebesar 80,77% dan dapat memperbaiki proses pencernaan bahan kering ransum. Penggunaan mineral mikro organik (Zn-lisinat) dalam ransum berbasis limbah kelapa sawit terfermentasi diharapkan mampu mengoptimalkan bioproses dalam rumen (pertumbuhan mikroba meningkat) dan pascarumen (penyerapan zat meningkat) serta metabolisme zat-zat makanan menjadi lebih baik dan berimplikasi positif terhadap pencernaan protein dan pencernaan serat kasar yang berpengaruh pada pertumbuhan ternak.

E. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

1. adanya pengaruh ransum yang berbeda terhadap pencernaan protein kasar dan pencernaan serat kasar pada kambing PE jantan;
2. ransum yang menggunakan limbah kelapa sawit terfermentasi dan mineral mikro organik (Zn-lisinat) memiliki pengaruh terbaik terhadap pencernaan protein kasar dan pencernaan serat kasar pada kambing PE jantan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Kambing Peranakan Etawa (PE)

Kambing Peranakan Etawa (PE) merupakan kambing hasil persilangan antara kambing lokal Indonesia dengan kambing lokal dari India yaitu antara kambing Kacang dan kambing Etawa, sehingga memiliki sifat diantara kedua tetua kambing tersebut (Atabany, 2001). Kambing PE merupakan kambing tipe dwiguna yang dapat menghasilkan susu dan dapat menghasilkan daging.

Kambing PE di pulau Jawa, terutama di Jawa Timur dan Jawa Tengah telah lebih dahulu dibudidayakan dibandingkan dengan di Jawa Barat.

Karakteristik kambing PE adalah telinga menggantung ke bawah dengan panjang 18--19 cm, tinggi badan antara 75--100 cm, bobot jantan sekitar 40 kg dan betina sekitar 35 kg. Kambing PE jantan berbulu di bagian atas dan bawah leher, rambut pundak dan paha belakang lebih lebat dan panjang. Kambing PE betina memiliki bulu panjang hanya pada bagian paha belakang. Warna bulu kambing PE terdiri atas kombinasi coklat sampai hitam atau abu-abu dan muka cembung (Tanius, 2003). Selanjutnya dinyatakan oleh Sugeng (1995) bahwa kambing Peranakan Etawa memiliki warna bulu coklat dengan bercak hitam dan putih. Bangsa kambing ini digunakan untuk produksi susu dan daging dengan persentase karkas 51% dengan kenaikan bobot badan rata-rata 50--150 gram/hari.

B. Deskripsi Limbah Kelapa Sawit

Menurut Utomo *et al.* (1999), industri kelapa sawit menghasilkan limbah yang berpotensi sebagai pakan ternak, seperti BIS, serat perasan buah, tandan buah kosong, dan solid. Ketaren (1986) menjelaskan bungkil inti sawit (BIS) memiliki nilai nutrisi yang lebih tinggi dibanding limbah lainnya dengan kandungan protein kasar 15% dan energi 4.230 kkal/kg, sehingga dapat berperan sebagai pakan penguat (konsentrat).

Menurut penelitian Utomo dan Widjaya (2005) menyatakan bahwa BIS memiliki potensi sebagai sumber gizi, kandungan gizi dari solid sebagai berikut : protein kasar (PK) 12,63--17,41%; serat kasar (SK) 9,98--25,79%; lemak kasar (LK) 7,12--15,15%; energi bruto (GE) 3.217--3.454 kkal/kg bahan kering. Produksi solid akan bertambah seiring semakin meningkatnya produksi tandan buah segar (TBS), produksi solid yang dapat diperoleh sekitar 3% dari TBS yang diolah.

Menurut Mathius *et al.* (2003) diketahui bahwa sebagian besar limbah kelapa sawit mengandung serat kasar yang cukup tinggi. Selanjutnya bila produk limbah kelapa sawit dimanfaatkan untuk ternak dapat menyebabkan kekurangan nutrisi sehingga menurunkan produktivitas. Menurut Sudaryanto (1999), terdapat empat macam perlakuan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas limbah sawit yaitu perlakuan fisik, kimia, fisik dan kimia, serta biologi.

Perlakuan fisik berupa pemotongan, penggilingan, perendaman, perebusan, dibuat pelet atau penjemuran/pengeringan; perlakuan kimia yaitu menggunakan bahan kimia misalnya NaOH, Ca(OH)₂, amonium hidroksida, urea, sodium karbonat,

sodium klorida dan lain-lain; perlakuan fisik dan kimia adalah menggabungkan kedua cara di atas; perlakuan biologi dilakukan dengan menambah enzim, jamur, bakteri atau lainnya. Perlakuan fisik yang dapat dilakukan pada limbah sawit yaitu pencacahan agar menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga layak untuk dikonsumsi ternak. Perlakuan lain yang dapat dilakukan yaitu fermentasi dengan menggunakan probiotik atau starter, pembuatan silase atau penguapan.

Batubara (2003) melaporkan bahwa pemberian pakan menggunakan daun sawit, lumpur, BIS (diolah atau tanpa diolah) memberikan pertambahan bobot hidup kambing sangat nyata lebih tinggi (53--77 g/hari; kandungan PK 12--14,5%).

B.1 Bungkil inti sawit (BIS)

Bungkil inti kelapa sawit adalah salah satu hasil ikutan industri kelapa sawit dengan produksinya cukup melimpah. Namun, BIS dikenal sebagai pakan yang kurang disukai ternak karena sifatnya yang kering dan kasar seperti pasir serta tingginya serat kasar (Ravindran dan Blair, 1992). BIS dapat diberikan 30% dalam pakan sapi (Batubara *et al.*, 1993).

Tabel 1. Kandungan nutrisi bungkil inti sawit.

Komponen	Sebelum fermentasi	Sesudah fermentasi	Peningkatan (%)
Serat kasar (%)	21,70	19,750	-8,97
Energi metabolisme (kkal/kg)	2,087	2,413	15,62
Abu (%)	3,50	7,750	121,43
Kalsium (%)	0,36	0,350	-2,78
Fosfor (%)	0,71	0,880	23,94
Lemak (%)	9,60	6,700	-30,21
Protein kasar (%)	14,19	25,060	33,83

Sumber: Bintang *et al.* (1999)

Tabel 2. Kandungan nutrisi bungkil inti sawit

Uraian	BIS	BIS+An	BIS+Tv	BIS+Ao
Abu (%)	4,37	5,34	4,64	5,48
Protein kasar (%)	13,98	25,78	23,05	26,33
Lemak kasar (%)	8,61	1,90	4,09	1,78
Serat deterjen netral(%)	78,54	66,61	69,52	61,04
Serat deterjen asam (%)	50,91	49,36	47,13	38,94
Lignin (%)	14,91	9,54	8,71	10,59
Energy bruto (kkal/kg)	4758,29	4266,60	4545,36	4345,97

Sumber: Puastuti *et al.* (2014)

Keterangan: data tidak diuji statistik

BIS: bungkil inti sawit

BIS+An: BIS difermentasi dengan *Aspergillus niger*

BIS+Tv: BIS difermentasi dengan *Trichoderma viridae*

BIS+ Ao: BIS difermentasi dengan *Aspergillus oryzae*

B.2 Pelepah daun sawit

Menurut Purba *et al.* (1997), pelepah sawit diperoleh dari hasil pemangkasan saat panen ataupun pemangkasan yang dilakukan rutin 6 bulan sekali. Pelepah yang dihasilkan pada umumnya belum dimanfaatkan secara optimal sementara menurut Sitompul (2003) pelepah sawit merupakan sumber pakan bagi ternak untuk mensubstitusi pakan hijauan. Selanjutnya menurut Purba *et al.* (1997) mengacu pada kandungan gizi dan nilai pencernaan pelepah sawit (48%), maka kontribusi energi pelepah sawit diperkirakan hanya mampu memenuhi kebutuhan hidup pokok sehingga untuk pertumbuhan, bunting dan laktasi diperlukan pakan tambahan sehingga kekurangan protein dan energi dapat terpenuhi. Kendala utama yang dihadapi dalam pemanfaatan pelepah sawit sebagai pakan ternak adalah rendahnya protein kasar dan terikatnya serat kasar pada lignin, sehingga penggunaannya maksimal 50% dalam pakan untuk ternak domba atau kambing.

Daun kelapa sawit merupakan salah satu hijauan yang disukai oleh ternak sapi, daun dihasilkan dari tunas panen yang dilakukan saat pemanenan tandan buah

segar (Sitompul, 2003). Pelepah daun sawit mengandung nutrisi berupa bahan kering 86,2%; protein kasar 5,8%; serat kasar 48,6%; Lemak 5,8%; BETN 36,5%; Abu 3,3%; Kalsium 0,32%; Fosfor 0,27%; TDN 29,8%; Energi 4,02 (Mj/kg) (Elisabeth dan Ginting, 2003). Daun kelapa sawit dapat diberikan segar untuk ternak sapi, tetapi bila diberikan lebih dari 20% perlu pengelolaan awal untuk meningkatkan nilai biologisnya (Winugroho dan Maryati, 1999).

C. Fermentasi

Fermentasi merupakan proses pemecahan senyawa organik menjadi sederhana yang melibatkan mikroorganisme. Proses fermentasi dapat meningkatkan ketersediaan zat-zat makanan seperti protein dan energi metabolis serta mampu memecah komponen kompleks menjadi komponen sederhana (Zakariah, 2012). Proses fermentasi akan menyebabkan mikroorganisme memperoleh sejumlah energi untuk pertumbuhannya dengan jalan merombak bahan yang memberikan zat-zat nutrisi seperti karbohidrat, protein, vitamin, dan lain-lain. Menurut Sembiring (2006) melalui fermentasi terjadi pemecahan substrat oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu terhadap bahan yang tidak dapat dicerna. Eko *et al.* (2012) menyatakan bahwa tujuan dari fermentasi yaitu untuk mengubah selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui dipolimerisasi dan memperbanyak protein mikroorganisme.

Lama daya simpan produk fermentasi ditentukan oleh kadar air produk fermentasi, sempurna tidaknya proses fermentasi, jenis kemasan dan suhu ruang

penyimpanan produk fermentasi tersebut. Lokasi yang memiliki kelembaban yang tinggi, maka jenis kemasan merupakan faktor yang harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi fisik produk, berdampak terhadap performan ternak yang mengkonsumsinya (Pasaribu *et al.*, 2001). Keberhasilan suatu produk fermentasi secara nyata dapat ditentukan melalui pencernaan. Upaya fermentasi akan bernilai guna apabila diketahui nilai kecernaannya (Sukaryana *et al.*, 2011).

Aktivitas dan perkembangan mikroba selama fermentasi akan menyebabkan terjadinya perubahan pada susunan kimia bahan (Fardiaz, 1988). Perubahan susunan kimia pada fermentasi dalam hal pH, kelembaban, aroma dan nilai zat makanan. Pada proses fermentasi, selain senyawa karbohidrat, protein dan lemak juga dipecah oleh mikroba dengan enzim tertentu yang akan menghasilkan CO₂, H₂O, dan energi. Proses ini akan menyebabkan perubahan sifat bahan yang akan digunakan, pada umumnya memiliki nilai zat makanan yang lebih baik dari bahan asalnya karena mikroba bersifat katabolik. Sifat katabolik dari mikroba akan memecah komponen kompleks menjadi komponen sederhana seperti protein menjadi asam amino dan mampu mensintesis beberapa vitamin B kompleks (Winarno *et al.*, 1980). Selain itu, terjadi pemecahan senyawa yang tidak dapat dicerna seperti selulosa dan hemiselulosa oleh enzim tertentu menjadi senyawa gula sederhana dan turunannya (Fardiaz, 1988).

Serat kasar bahan pakan akan menurun selama proses fermentasi sebagai akibat dari kerja enzim selulase yang dihasilkan mikroba. Enzim selulase bersifat sebagai katalisator pada hidrolisis senyawa selulosa menjadi glukosa. Menurut Fardiaz (1988) mikroba menggunakan glukosa sebagai sumber energi yang

diperoleh dari proses perombakan senyawa karbohidrat. Melalui proses glikolisis, glukosa akan diubah menjadi komponen lain untuk menghasilkan energi. Energi yang dihasilkan akan digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhan metabolisme senyawa organik pada fermentasi.

Menurut Anggorodi (1994) perombakan protein diubah menjadi polipeptida, selanjutnya menjadi peptida sederhana, kemudian peptida ini akan dirombak menjadi asam-asam amino. Asam-asam amino ini yang akan dimanfaatkan oleh mikroba untuk memperbanyak diri. Jumlah koloni mikroba yang merupakan sumber protein tunggal menjadi meningkat selama proses fermentasi. Sianipar dan Simanihuruk (2009), menyatakan bahwa rendahnya pH akan meningkatkan kecepatan hidrolisis secara kimiawi beberapa polisakarida, seperti hemiselulosa yang pada gilirannya akan menurunkan kandungan serat.

Effective Microorganism 4 (EM-4) adalah campuran dari berbagai mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber inokulum dalam meningkatkan kualitas pakan. Penambahan EM-4 sebanyak 10% (v/b) pada substrat mampu menurunkan kadar serat bahan (Sandi dan Saputra, 2012). Hasil penelitian Winedar (2006) bahwa penggunaan pakan yang difermentasi dengan EM-4 menyebabkan peningkatan daya cerna dan kandungan protein bahan. Beragamnya mikroorganisme pada EM-4 menyebabkan pH untuk menumbuhkan mikroorganisme menjadi berbeda dan waktu fermentasi bervariasi menurut spesies dan kondisi pertumbuhannya.

Menurut Fajarudin *et al.* (2014) waktu fermentasi yang semakin lama akan mengakibatkan penurunan kadar air bahan, penurunan kadar air bahan tersebut

menyebabkan kadar serat kasar semakin terkonsentrasi sehingga kadar serat akan semakin tinggi. Karlina (2008) menyatakan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka akan menyebabkan kadar keasaman semakin tinggi sehingga pH akan semakin menurun, dengan pH yang semakin rendah maka mikroorganisme pada EM-4 tidak akan bekerja secara optimal.

D. Sistem Pencernaan Ruminansia

Pencernaan merupakan proses perubahan fisik dan kimia yang dialami bahan pakan dalam alat pencernaan. Sutardi (1980) menyatakan proses pencernaan tersebut meliputi pencernaan mekanik, pencernaan hidrolitik dan pencernaan fermentatif. Pencernaan mekanik terjadi dalam mulut oleh gigi melalui proses mengunyah dengan tujuan untuk memperkecil ukuran, kemudian pakan masuk ke dalam perut dan usus melalui pencernaan hidrolitik, tempat zat makanan diuraikan menjadi molekul-molekul sederhana oleh enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh. Hasil pencernaan fermentatif berupa *Volatile Fatty Acid* (VFA), NH_3 dan air yang sebagian diserap dalam rumen dan sebagian lagi diserap dalam omasum. Selanjutnya pakan yang tidak dicerna disalurkan ke abomasum dan dicerna secara hidrolitik oleh enzim-enzim pencernaan, sama seperti yang terjadi pada monogastrik (Arora, 1989).

Sistem pencernaan ruminansia sangat tergantung pada perkembangan populasi mikroba di dalam rumen dalam mengolah setiap bahan pakan yang dikonsumsi. Mikroba tersebut berperan sebagai pencerna serat dan sumber protein. Mikroba rumen berperan mencerna pakan berserat yang berkualitas rendah dan dapat

dimanfaatkan sebagai sumber protein bagi induk semang, sehingga kebutuhan asam-asam amino untuk ternak tidak sepenuhnya tergantung pada protein pakan yang diberikan (Sutardi, 1980).

Jika pakan defisiensi protein atau protein tahan terhadap degradasi dalam rumen maka konsentrasi NH_3 dalam rumen akan rendah dan pertumbuhan mikroba rumen akan lambat sehingga pencernaan pakan menurun (Mc Donald *et al.*, 2002). VFA merupakan sumber utama energi dan karbon untuk pertumbuhan ternak inang dan mempertahankan kehidupan mikroorganisme-mikroorganisme dalam rumen (Hungate, 1966). Jumlah NH_3 yang optimal dalam cairan rumen juga dapat meningkatkan jumlah VFA. Berdasarkan hasil penelitian Sineba (2007) bahwa protein ransum kisaran 11--15% dan serat kasar ransum berkisar 13-18,71% menghasilkan konsentrasi NH_3 berkisar 5,01--10,01 mM dan produksi VFA berkisar 71--120 mM pada kambing peranakan etawa. Hasil penelitian tersebut berada dalam kisaran yang normal, pernyataan tersebut didukung oleh pendapat Sutardi (1979) yang menyatakan bahwa kisaran konsentrasi ammonia yang cukup baik untuk pertumbuhan mikroba rumen yaitu 4--12 mM, sedangkan menurut Mc Donald *et al.* (2002) yang menyatakan bahwa produksi VFA yang baik untuk memenuhi sintesis mikroba rumen yaitu 70--150 mM.

D.1 Pemberian pakan pada kambing

Berdasarkan penelitian Astuti *et al.* (2015) pemberian hijauan terlebih dahulu dan dua jam kemudian konsentrat memiliki konsumsi bahan kering terendah diduga karena pemberian hijauan terlebih dahulu akan menimbulkan *bulky*, serta mengalami gerak laju digesti yang lebih lama dalam rumen. Gerak laju digesti

yang lama mengakibatkan jumlah pakan yang dikonsumsi rendah sebab pakan akan berada di rumen lebih lama. Menurut Hume (1982), konsumsi bahan kering pakan dipengaruhi oleh kemampuan rumen untuk menampung bahan kering, selain itu semakin cepatnya bahan pakan meninggalkan rumen maka semakin banyak pula pakan yang masuk atau dikonsumsi.

Berdasarkan penelitian Astuti *et al.* (2015) pada perlakuan pemberian konsentrat dan hijauan yang dilakukan secara bersama-sama didapat penambahan bobot tubuh yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini karena pemberian konsentrat dan hijauan yang dilakukan secara bersama-sama dapat meningkatkan keberadaan saliva sehingga keadaan rumen lebih stabil. Menurut Rianto *et al.* (2006), pemberian hijauan sedikit sebelum atau bersama-sama konsentrat menyebabkan produksi saliva meningkat, sehingga *buffer* dalam rumen menjadi kuat. *Buffer* yang kuat mampu mempertahankan pH rumen, sehingga populasi mikroba tetap terjaga dan mampu mengonsumsi pakan lebih banyak serta meningkatkan penambahan bobot tubuh harian. Pemberian pakan dengan mengatur jarak waktu antara pemberian konsentrat dengan hijauan akan meningkatkan produksi (Syahwani, 2004). Kebutuhan bahan kering untuk kambing di Asia yaitu 3,5% dari bobot hidup (NRC, 2006). Namun menurut Haryanto dan Djajanegara (1993) kebutuhan protein ransum pada kambing sedang tumbuh di Indonesia 12–14% dan DE = 2,8 Mcal.

Menurut Siregar (2003), pemberian konsentrat 2 jam sebelum hijauan akan meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik ransum, yang akan meningkatkan konsumsi bahan kering ransum. Devendra dan Burns (1994)

menyatakan bahwa konsentrat yang lebih mudah dicerna akan memacu pertumbuhan mikroba dan meningkatkan proses fermentasi dalam rumen. Namun, pemberian pakan tambahan terlebih dahulu sebelum hijauan dapat menurunkan pH rumen karena konsentrasi VFA rumen yang menurun terlalu tinggi akibat konsumsi karbohidrat mudah terfermentasi (Tillman *et al.*, 1998).

D.2 Kecernaan pakan

Kecernaan bahan pakan adalah bagian zat yang dapat dicerna oleh tubuh dan diasumsikan diserap oleh tubuh ternak sehingga tidak diekskresikan dalam feses. Jumlah maupun komposisi kimia serat suatu bahan pakan sangat berpengaruh terhadap kecernaannya (Tillman *et al.*, 1998). Kecernaan tergantung pada kecepatan pengeluaran pakan dari saluran pencernaan, apabila pakan dalam saluran pencernaan lebih lama dan digunakan oleh mikroba dan enzim pencerna maka kecernaan akan lebih tinggi (Ranjhan, 1980).

Faktor utama yang memengaruhi kecernaan pakan adalah material serat sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan atas komponen serat akan memengaruhi kecernaan bahan pakan. Faktor yang memengaruhi kecernaan bahan pakan adalah jenis hewan, jenis pakan, jumlah ransum, macam bahan pakan, cara pengolahan bahan pakan dan zat makanan yang dikandung di dalamnya. Kemampuan seekor ternak mengkonsumsi pakan tergantung pada hijauan, temperatur lingkungan, ukuran tubuh ternak dan keadaan fisiologi ternak. Konsumsi makanan akan bertambah jika aliran makanan cepat tercerna atau jika

diberikan makanan yang berdaya cerna tinggi. Penambahan makanan penguat atau konsentrat ke dalam pakan ternak juga dapat meningkatkan palatabilitas pakan yang dikonsumsi dan pertambahan berat badan (Anggorodi, 1994).

Pakan yang masuk ke mulut akan mengalami proses pengunyahan atau pemotongan secara mekanis sehingga membentuk bolus. Pada proses ini, pakan bercampur dengan saliva kemudian masuk ke rumen melalui esofagus untuk selanjutnya mengalami proses fermentatif. Bolus di dalam rumen akan dicerna oleh enzim mikroba. Partikel pakan yang tidak dicerna di rumen dialirkan ke abomasum dan dicerna secara hidrolitik oleh enzim pencernaan. Hasil pencernaan tersebut akan diserap oleh usus halus dan masuk ke dalam darah (Sutardi, 1980).

Menurut Fathul *et al.* (2013) bahwa nilai kecernaan yaitu seluruh zat makanan yang dikonsumsi dikurangi dengan zat makanan yang dikeluarkan dalam feses yang tidak tercerna. Nilai kecernaan ini lebih dikenal dengan *Apparent Digestible Coeficient (ADC)* atau koefisien kecernaan semu, dengan rumus sebagai berikut:

$$ADC (\%) = \frac{\text{Jumlah konsumsi} - \text{Jumlah feses (kg)}}{\text{Jumlah konsumsi (kg)}} \times 100\%$$

$$ADC (\%) = \frac{\text{Jumlah konsumsi BK} \times \text{Zat makanan} - \text{Jumlah feses} \times \text{Zat makanan (kg)}}{\text{Jumlah konsumsi BK} \times \text{Zat makanan (kg)}} \times 100\%$$

Kecernaan *In vivo* merupakan suatu cara penentuan kecernaan menggunakan hewan percobaan dengan analisis nutrient pakan dan feses (Tillman *et al.*, 1998).

Anggorodi (1994) menambahkan pengukuran kecernaan atau nilai cerna suatu bahan merupakan usaha untuk menentukan jumlah nutrient dari suatu bahan yang didegradasi dan diserap dalam saluran pencernaan. Pengukuran daya cerna konvensional terdiri dari dua periode, yaitu periode pendahuluan dan periode

koleksi. Selama periode pendahuluan yang berlangsung 7 sampai 10 hari. Tujuan dari periode ini untuk membiasakan ternak terhadap ransum yang diberikan dan keadaan sekitarnya, dan untuk menghilangkan sisa-sisa pakan dari waktu sebelumnya. Periode pendahuluan ini diikuti dengan 5 sampai 15 hari periode koleksi dan selama periode ini feses dikumpulkan, ditimbang dan dicatat. Pada ternak ruminansia dibutuhkan waktu 48--96 jam diperlukan agar sisa pakan dari ransum sebelumnya dapat dikeluarkan. Oleh karena itu, diperlukan waktu 7-10 hari untuk periode pendahuluan (Tillman *et al.*, 1998).

D.2.1 Daya cerna serat kasar

Menurut Suprpto *et al.* (2013) bahwa serat kasar bagi ruminansia digunakan sebagai sumber energi utama dan lemak kasar merupakan sumber energi yang efisien dan berperan penting dalam metabolisme tubuh sehingga perlu diketahui kecernaannya dalam tubuh ternak. Tillman *et al.* (1998) menyatakan bahwa pencernaan serat kasar tergantung pada kandungan serat kasar dalam ransum dan jumlah serat kasar yang dikonsumsi. Kadar serat kasar terlalu tinggi dapat mengganggu pencernaan zat lain. Daya cerna serat kasar dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kadar serat dalam pakan, komposisi penyusun serat kasar dan aktivitas mikroorganisme (Maynard *et al.*, 2005). Jumlah persentase serat kasar yang dikonsumsi akan mempengaruhi daya cerna bahan makanan, serat kasar yang tinggi akan menurunkan pencernaan dan laju degradasi zat makanan (Parakkasi, 1999). Semakin tinggi serat kasar akan menurunkan daya cerna bahan kering, protein kasar dan energi dapat dicerna (Price *et al.*, 1980). Hal ini disebabkan untuk mencerna serat kasar secara efisien, mikroorganisme membutuhkan sumber energi yang cukup dari makanan yang masuk ke rumen.

Mourino *et al.* (2001) menjelaskan bahwa aktivitas bakteri selulolitik di dalam rumen berlangsung secara normal apabila pH rumen di atas 6,0. Kambing memiliki pH normal sekitar 6,8--7 sehingga optimal untuk aktivitas mikroba. Apabila pH rumen lebih rendah dari 5,3 maka aktivitas bakteri selulolitik menjadi terhambat. Pakan dengan perlakuan silase memiliki pH rendah yaitu 4--5. Pakan silase yang diberikan pada kambing akan menghambat aktivitas mikroba rumen sehingga mikroba sulit dalam mendegradasi pakan, hal tersebut menyebabkan menurunnya pencernaan serat kasar. Menurut Pond *et al.*, (1995) bahwa kadar abu memiliki hubungan yang positif dengan kadar serat kasar.

Menurut Budiman *et al.* (2006), mikroba pencerna serat bukanlah pemakan tunggal terhadap substrat serat semata, akan tetapi dalam kenyataannya mikroba pencerna serat juga membutuhkan metabolit lain dari hasil degradasi mikroba lainnya. Tillman *et al.* (1998), juga menambahkan bahwa hewan tidak menghasilkan enzim untuk mencerna selulosa dan hemiselulosa, tetapi mikroorganisme dalam suatu saluran pencernaan menghasilkan selulase dengan hemiselulase yang dapat mencerna pati dan karbohidrat yang larut dalam air menjadi asam-asam asetat, propionat dan butirat.

D.2.2 Daya cerna protein kasar

Kebutuhan ternak akan protein biasanya disebutkan dalam bentuk protein kasar (PK). Kebutuhan protein ternak dipengaruhi oleh masa pertumbuhan, umur fisiologis, ukuran dewasa, kebuntingan, laktasi, kondisi tubuh dan rasio energi protein. Protein adalah salah satu komponen gizi makanan yang diperlukan ternak untuk pertumbuhan. Kondisi tubuh yang normal membutuhkan protein dalam

jumlah yang cukup, defisiensi protein dalam ransum akan memperlambat pengosongan perut sehingga menurunkan konsumsi (Rangkuti, 2011). Laju pertumbuhan ternak yang cepat akan membutuhkan protein lebih tinggi di dalam ransumnya (Haryanto, 1992).

Semakin cepat makanan diberikan maka semakin tinggi pula konsumsi protein. Umumnya pada ternak ruminansia jika konsumsi energi termanfaatkan dengan baik maka akan berpengaruh pada konsumsi zat makanan lainnya seperti protein, mineral dan vitamin (Rudiah, 2011). Konsumsi protein kasar yang tinggi dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah jenis bahan pakan khususnya bahan penyusun konsentrat. Kebutuhan ternak akan protein biasanya disebutkan dalam bentuk protein kasar (PK). Kebutuhan protein ternak dipengaruhi oleh masa pertumbuhan, umur fisiologis, ukuran dewasa, kebuntingan, laktasi, kondisi tubuh dan rasio energi protein.

Perombakan protein yang cepat menghasilkan kadar amonia rumen yang tinggi dan sebagian diserap dan diekskresikan sebagai urea (Tillman *et al.*, 1998).

Seluruh protein yang berasal dari makanan pertama kali dihidrolisis oleh mikroba rumen. Tingkat hidrolisis protein tergantung dari daya larutnya yang berkaitan dengan kenaikan kadar amonia. Hidrolisis protein menjadi asam amino diikuti oleh proses deaminasi untuk membebaskan amonia (Arora, 1989). Selain itu mikroba-mikroba yang mati masuk ke dalam usus menjadi sumber protein bagi ruminansia (65% sumbangan protein bagi ruminansia berasal dari mikroba-mikroba tersebut) (Subagdja, 2000). Tingginya serat kasar dalam rumen cenderung mengurangi daya cerna protein. Jika peningkatan protein dalam

ransum yang disertai peningkatan serat kasar maka terjadi sedikit perubahan daya cerna protein, tetapi jika serat kasar dikurangi dan protein ditingkatkan maka daya cerna protein akan meningkat pula (Crampton dan Harris, 1969).

E. Mineral Mikro Organik

Mineral mikro merupakan nutrien yang dibutuhkan dalam jumlah sangat sedikit, tetapi memiliki peran yang sangat besar. Pada ternak ruminansia, mineral selain untuk kebutuhan bagi induk semang juga dibutuhkan oleh mikroba di dalam rumen. Hogan (1996) menyatakan bahwa untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan yang optimal, mikroba rumen membutuhkan mineral makro (Ca, P, Mg, Cl dan S), mikro (Cu, Fe, Mn dan Zn) dan langka (I, Co, Cr dan Se). Mineral mikro yang berperan aktif dalam metabolisme mikroba rumen secara *in vitro* adalah Zn, Se, Co, Cu, dan Mo (Supriyati, 2008).

Pemberian mineral Zn perlu dilakukan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan bagi ternak ruminansia yakni sebesar 40--50 ppm (Arora, 1989).

Penambahan mineral Zn–metionin dalam pakan dapat meningkatkan kecernaan komponen serat kasar tinggi (Haryanto *et al.*, 2005). Meningkatnya kecernaan mengindikasikan adanya peningkatan aktivitas fermentasi mikroba rumen, karena unsur seng berfungsi untuk menstimulasi pertumbuhan mikroba rumen. Menurut Khalil *et al.* (2014) bahwa kandungan seng pada pakan ruminansia di Indonesia berkisar 31.3 ± 5.5 mg/kg.

Pemberian mineral Zn dapat memacu pertumbuhan mikroba rumen dan meningkatkan penampilan ternak (Muhtarudin *et al.*, 2003). Defisiensi Zn dapat

menyebabkan parakeratosis jaringan usus dan mengganggu peranan Zn dalam metabolisme mikroorganisme rumen. Suplementasi mineral Zn baik berupa Zn lisinat atau proteinat memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan parameter nutrisi pada ternak. Zn memegang peranan penting terutama dalam proses fisiologis dan metabolisme ternak. Zn juga berfungsi di dalam sintesis beberapa hormon seperti insulin dan glukagon, serta berperan dalam metabolisme karbohidrat, keseimbangan asam basa dan metabolisme vitamin A (Linder, 1992), sintesis asam nukleat (RNA, DNA) polimerase dan sintesis protein (Lieberman dan Bruning, 1990).

Pada ternak ruminansia pakan yang diberikan akan mengalami proses fermentasi di dalam rumen. Mikroba rumen membutuhkan mineral termasuk Zn untuk pertumbuhannya (Adawiah *et al.*, 2007). Hampir setiap sel membutuhkan mineral Zn agar tetap hidup sehat dan dapat berfungsi dengan baik, akan tetapi tidak banyak yang mengetahui proses pengaturan Zn di dalam sel. Sumber Zn pada pakan ternak cukup tinggi dijumpai pada tepung tulang (75--100 mg/kg BK), sereal dan leguminosa. Zn dapat dijumpai dalam bentuk organik seperti Zn lisinat dan Zn metionat, sedangkan Zn anorganik seperti Zn oksida (ZnO), karbonat (ZnCO_3) dan sulfat ($\text{ZnSO}_4\text{H}_2\text{O}$). Bentuk organik Zn meningkatkan penyerapan Zn pascarumen. Rojas *et al.* (1995) membandingkan penggunaan Zn-lisin, Zn-metionin dan ZnSO_4 ternyata didapat Zn-lisin terserap lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya yang digambarkan dengan kandungan Zn yang tinggi pada ginjal, liver dan pankreas. Lisin di dalam Zn-lisinat dapat meningkatkan pencernaan protein di pascarumen. Lisin merupakan salah satu asam amino pembatas bagi ternak ruminansia (Richardson dan Hosfield, 1978).

Mineral Zn yang terkandung dalam pakan baik dalam rumput maupun konsentrat akan mengalami proses pemecahan dalam saluran pencernaan. Absorpsi Zn lebih merupakan refleksi permintaan fisiologis tubuh akan Zn. Hewan yang kekurangan Zn akan mengabsorpsi lebih banyak (hampir 80%) Zn pakan akan diserap oleh tubuh. Penyerapan Zn terjadi di duodenum, ileum dan jejunum dan hanya sedikit terjadi di kolon ataupun lambung, absorpsi terbesar terjadi di ileum. Penyerapan Zn sekitar 30 sampai 60%, dipengaruhi oleh jumlah dan imbangannya mineral lain serta susunan ransum dan bentuk kimia Zn. Faktor yang berpengaruh dalam membantu penyerapan Zn diantaranya adalah metionin, histidin, sistein, sitrat, pikolinat, sedangkan yang menghambat penyerapan Zn diantaranya kadmium (Cd), cuprum (Cu), fosfor (P), besi (Fe) dan oksalat. Kandungan kalsium yang tinggi dan keberadaan asam fitat dapat menghambat penyerapan Zn dan diduga merupakan faktor penyebab kejadian defisiensi sekunder Zn pada babi dan unggas (Prasad, 1991).

Larvor (1983) menyatakan Zn sebagai metalloenzim yang melibatkan banyak enzim antara lain polymerase DNA, peptidase karboksi A dan B dan fosfatase alkalin. Enzim-enzim tersebut masing-masing berperan dalam proliferasi DNA yang selanjutnya berpengaruh pada sintesis protein, proses pencernaan protein dan absorpsi asam amino, serta metabolisme energi (Church and Pond, 1976).

Aktivitas enzim-enzim tersebut akan terganggu apabila terjadi defisiensi Zn.

Menurut Fathul *et al.* (2003) ada kemungkinan Zn-lisinat sebagian didegradasi di dalam rumen, namun ada bagian yang lolos degradasi dan dapat dimanfaatkan di usus halus (pascarumen). Adanya penambahan lisin di pascarumen dapat

menambah keseimbangan asam amino sehingga proses penyerapan asam amino dapat lebih sempurna yang berimplikasi meningkatkan kecernaan bahan kering ransum. Asam amino lisin mengalami perombakan total di dalam rumen, treonin tidak ditemukan dalam rumen dan sampel digesta duodenum (Sutardi, 1997). Selanjutnya untuk meningkatkan asupan asam amino tersebut dapat dilakukan proteksi agar tidak didegradasi di dalam rumen (Trinacty *et al.*, 2009).

Menurut Sudarmadji dan Bambang (2003) bahwa kadar abu pada pakan berhubungan dengan kadar mineral yang terdapat pada pakan tersebut. Semakin tinggi kadar abu maka semakin tinggi mineralnya. Church dan Pond (1995) menyatakan bahwa dipandang dari segi nutrisi jumlah besarnya abu tidak begitu penting, namun dalam analisis proksimat data abu diperlukan untuk menghitung atau mengukur nilai BETN (bahan ekstrak tanpa N). Dalam aktivitasnya mikroba menggunakan sumber energi karbohidrat mudah dicerna (BETN) sebagai langkah awal untuk pertumbuhan dan berkembang biak (Hastuti *et al.*, 2011).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari--April 2017, bertempat di Kandang Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis pencernaan protein kasar dan serat kasar dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

B. Bahan dan Alat Penelitian

B.1 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan adalah sembilan ekor kambing PE jantan, rumput gajah (berasal dari lahan Jurusan Peternakan), pelepah dan daun kelapa sawit (berasal dari pembelian di Polinela), bungkil inti sawit (diperoleh dari pembelian dari kelompok ternak di Kecamatan Candipuro), onggok (berasal dari pembelian di *supplier* daerah Lampung Tengah), dedak, ampas tahu (berasal dari pembelian di *supplier* daerah Bandar Lampung), *Effective Microorganisme* (EM-4) (diperoleh dari pembelian di Toko Pertanian Sanusi), premix, urea, molasses, serta air minum (berasal dari sumur), bahan-bahan analisis proksimat.

B.2 Alat penelitian

Peralatan yang digunakan adalah kandang berkapasitas sembilan ekor kambing, timbangan yang digunakan yaitu timbangan gantung, timbangan digital merk *Onix* kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,01 kg, dan timbangan analitik merk *HWH* dengan kapasitas 300 g dengan ketelitian 0,0001 g, *drum*, bak, karung plastik, pemotong rumput berupa sabit dan golok, tali, sekop, ember, terpal, cangkul, jaring-jaring alas pakan dan feses, *chopper*, plastik, termohigrometer, dan selang air. Alat yang digunakan untuk analisis proksimat yaitu satu set alat analisis proksimat.

C. Rancangan Penelitian

C.1. Rancangan perlakuan

Penelitian ini menggunakan 3 macam jenis ransum perlakuan, yaitu R1, R2, dan R3. Kandungan nutrisi ransum R1, R2, dan R3 dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan nutrisi ransum

Ransum		BK	Kandungan nutrisi ransum (% Bahan kering)				
			PK	SK	LK	Abu	BETN
R1	H	17,67	12,29	24,42	1,83	17,87	43,60
	K	68,38	18,02	11,14	8,37	7,68	54,81
Total (15% H+85% K)		60,77	17,16	13,13	7,39	9,20	53,12
R2	H	35,66	8,20	43,84	4,94	10,81	32,21
	K	55,55	17,39	13,28	5,48	19,35	44,5
Total (15% H+85% K)		52,57	16,01	17,87	5,4	18,07	42,65
R3	H	35,66	8,20	43,84	4,94	10,81	32,21
	K	52,11	17,45	13,31	5,5	19,4	44,34
Total (15% H+85% K)		49,64	16,06	17,89	5,42	18,11	42,52

Sumber: Hasil analisis proksimat di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Universitas Lampung (2017)

Keterangan: BK (bahan kering), PK (protein kasar), LK (lemak kasar), SK (serat kasar), BETN (bahan ekstrak tanpa nitrogen)

Tabel 4. Susunan ransum pada masing-masing perlakuan.

Bahan pakan	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)
Rumput gajah	15	-	-
Pelepah daun sawit terfermentasi	-	15	15
Bungkil inti sawit terfermentasi	-	30	30
Onggok	20	25	25
Dedak	42	9	9
Ampas tahu	18	15	15
Molases	3	4	4
Urea	1	1	1
Premix	1	1	1
Mineral mikro (Zn)	-	-	0.004
JUMLAH	100	100	100

Keterangan: R1 = Rumput gajah, onggok, dedak, ampas tahu, premix, urea, molasses

R2 = Pelepah daun sawit fermentasi dan bungkil kelapa sawit fermentasi, onggok, dedak, ampas tahu, premix, urea, molasses

R3 = R2+ mineral mikro organik (Zn-lisinat 40 ppm)

C.2. Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan teknik penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) meliputi tiga perlakuan dan tiga ulangan. Kelompok berjumlah tiga dan masing-masing kelompok menggunakan tiga ekor kambing PE jantan dengan pembagian bobot badan sebagai berikut :

Kelompok I : 15,4--17,6 kg;

Kelompok II : 18,0--21,2 kg;

Kelompok III : 22,0--26,2 kg..

C.3 Prosedur penelitian

C.3.1 Persiapan penelitian

Adapun persiapan kandang dan kambing yaitu sebagai berikut:

1. membersihkan kandang dan lingkungan sekitar kandang, serta menyiapkan peralatan, kandang;
2. memasang alas tempat pakan dan jaring-jaring untuk menampung feses;
3. melakukan penimbangan kambing dan memasukkan ke dalam masing-masing kandang individu sesuai dengan rancangan percobaan dan tata letak yang telah ditentukan;
4. melakukan penyuntikan obat cacing pada kambing sebelum pemeliharaan.

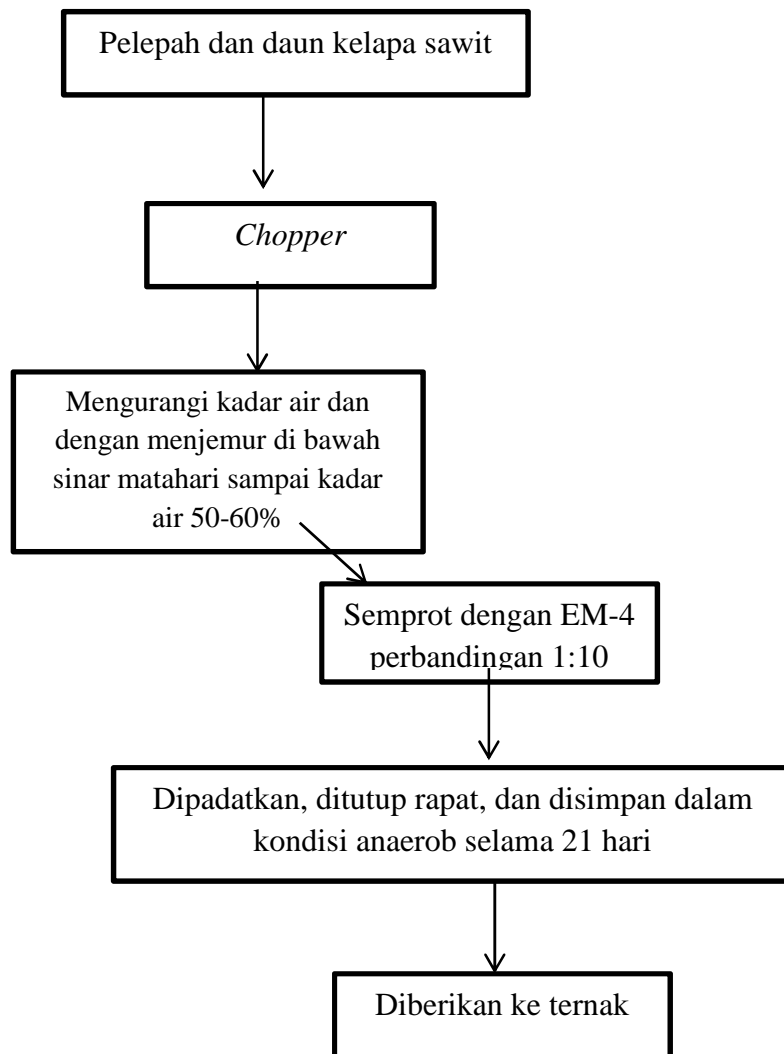
R2K1	R3K1	R1K1	R1K2	R3K2	R2K2	R3K3	R2K3	R1K3
------	------	------	------	------	------	------	------	------

Gambar 1. Tata letak kandang percobaan

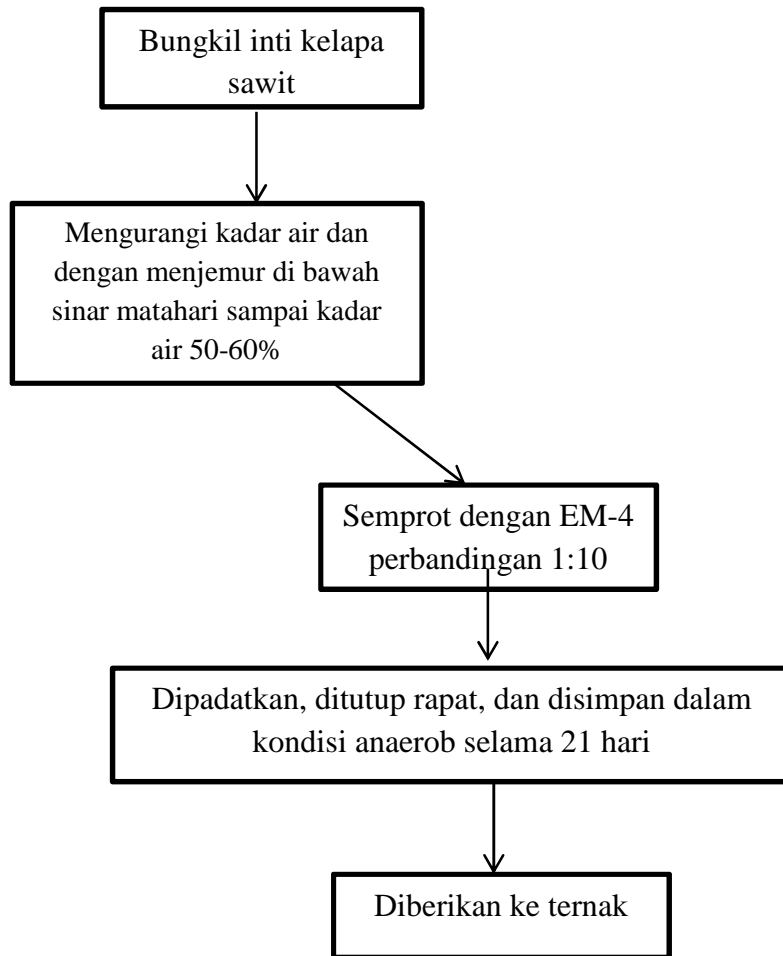
C.3.2 Pembuatan silase limbah kelapa sawit

Adapun pembuatan bungkil inti sawit dan pelepah daun sawit menurut (Susanti, 2016) sebagai berikut:

- 1) menyiapkan bungkil inti sawit, pelepah dan daun sawit;
- 2) memotong pelepah dan daun sawit menggunakan mesin *chopper*;
- 3) menjemur pelepah daun sawit di bawah sinar matahari sampai kadar air 50--60% .

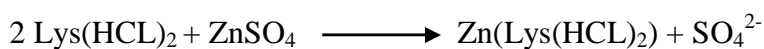


Gambar 2. Skema pembuatan silase pelepah daun sawit



Gambar 3. Skema pembuatan silase bungkil inti sawit

C.3.3 Pembuatan mineral Zn-lisinat



Persiapan yang dilakukan untuk membuat mineral mikro Zn-Lysinat yaitu sebagai berikut :

- menyiapkan 43,823 g lisin, dan memasukkan bahan tersebut ke dalam gelas ukur;
- menambahkan aquades ke dalam gelas ukur tersebut hingga 100 ml, kemudian mengaduknya hingga homogen;

- c. menyiapkan 16,139 g $ZnSO_4$, dan memasukkan bahan tersebut ke dalam gelas ukur yang berbeda ;
- d. menambahkan aquades ke dalam gelas ukur tersebut hingga 100 ml, kemudian mengaduknya hingga homogen ;
- e. mencampur kedua bahan tersebut ke dalam botol, dan mengaduknya kembali hingga homogen, kemudian tutup rapat botol.

C.3.4 Pembuatan konsentrat

Pada tahap pembuatan konsentrat adalah menyiapkan timbangan, kemudian timbang bahan pakan sesuai imbangan yang diperlukan. Bahan pakan yang digunakan yaitu bungkil sawit terfermentasi, onggok, dedak, ampas tahu, premix, urea, molasses, dan *Effective Microorganism* (EM-4). Menyiapkan timbangan dan menimbang pakan sesuai imbangan formulasi yang telah dibuat. Mencampur bahan pakan yang memiliki imbangan lebih sedikit, mengambil bahan pakan sedikit demi sedikit dan mengaduk hingga homogen. Setelah itu, mencampur bahan pakan lebih sedikit dengan bahan pakan yang memiliki imbangan lebih banyak. Mengaduk semua bahan-bahan tersebut hingga merata. Proses pencampuran dilakukan dengan cara mengaduk bahan pakan dari bawah ke atas hingga bahan pakan tercampur secara merata. Pada pembuatan konsentrat R3, ditambahkan larutan Zn-lisinat dengan cara disemprot menggunakan *sprayer*.

C.3.5 Kegiatan penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahap, yaitu :

1. Tahap pelaksanaan pemberian ransum:
 - a. perawatan ternak dan pembersihan kandang yang dilakukan pagi hari, yaitu pukul 07.30--08.00 WIB;
 - b. pemberian ransum sebanyak 4 kali/hari yaitu pada pagi pukul 08.00 WIB (hijauan sebanyak 100 g); 08.30 WIB (pemberian konsentrat sebanyak 50% dari total pemberian/hari); 10.00 WIB (pemberian kembali hijauan dari sisa total kebutuhan/ hari yang belum diberikan); 16.00 WIB (pemberian kembali konsentrat sebanyak 50% dari total pemberian/hari). Pemberian air minum secara *add libitum*;
 - c. perhitungan sisa ransum dengan cara penimbangan sisa ransum yang ada pada tempat pakan pada keesokan harinya.
2. Tahap prelium atau masa adaptasi, yaitu masa kambing menyesuaikan diri terhadap ransum yang diberikan dan lingkungan sekitarnya. Tahap ini berlangsung selama 30 hari.
3. Tahap pengambilan data. Tahap ini dimulai setelah ternak mengonsumsi ransum perlakuan. Koleksi feses berlangsung selama 7 hari setelah ternak diberi ransum perlakuan. Jumlah ransum yang diberikan, dan sisa ransum keesokan harinya ditimbang selama tahap pengambilan data. Sampel ransum dan feses diambil untuk dianalisis proksimat

C.3.6 Koleksi feses

Metode koleksi feses yang digunakan yaitu metode koleksi total dengan mengumpulkan feses yang dihasilkan hingga 24 jam selama 7 hari melalui prosedur sebagai berikut:

- a. menyiapkan wadah penampung feses
- b. mengumpulkan feses pada pagi hari pukul 07.00--08.00 WIB sebelum ternak diberi pakan dan berlangsung selama 7 hari, kemudian menimbang feses yang telah dikumpulkan sebagai bobot segar (BS);
- c. menjemur atau mengeringkan feses di bawah sinar matahari dan menimbang kembali feses untuk mengetahui bobot bahan kering udara (BKU);
- d. mengambil sampel feses sebanyak 10% BKU/hari. Kemudian mencampur semua feses yang telah dikoleksi total selama 7 hari, kemudian menghaluskan sampel menggunakan blender agar menjadi tepung;
- e. melakukan analisis proksimat terhadap sampel feses.

C.3.7 Prosedur analisis proksimat

Analisis kandungan protein kasar dan serat kasar pada sampel feses maupun pakan menggunakan metode analisis proksimat menurut Fathul *et al.*, (2013).

1. Kadar protein kasar

Pengukuran kadar protein kasar dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- a. menimbang kertas saring biasa ($6 \times 6 \text{ cm}^2$) dan mencatat bobotnya (A);
- b. memasukkan sampel analisa sebanyak 0,5 g dan kemudian mencatat bobotnya(B);

- c. memasukkan sampel ke dalam labu Kjeldahl dan menambahkan 5 ml H₂SO₄ pekat;
- d. menyalakan alat destruksi, kemudian mengerjakan destruksi. Mematikan destruksi apabila sampel berubah warna menjadi jernih kehijauan, kemudian mendinginkan sampai menjadi dingin. Kemudian menambahkan 200 ml air suling;
- e. menyiapkan 25 ml H₃BO₃ di gelas erlenmeyer, kemudian ditetesi 2 tetes indikator (larutan berubah menjadi biru). Memasukkan ujung alat kondensor ke dalam gelas tersebut dan harus dalam posisi terendam;
- f. menyalakan alat destilasi dan menambahkan 50 ml NaOH 45% ke dalam labu Kjeldahl. Mengangkat ujung alat kondensor yang terendam, apabila larutan telah menjadi sebanyak 2/3 bagian dari gelas tersebut dan matikan alat destilasi;
- g. membilas ujung kondensor dengan air suling menggunakan botol semprot dan menyiapkan alat untuk titrasi. Mengisi buret dengan larutan HCl 0,1 N. mengamati dan membaca angka pada buret, kemudian mencatat (L₁);
- h. menghentikan titrasi apabila larutan telah berubah menjadi warna hijau, mengamati buret dan membaca angka, kemudian mencatatnya (L₂);
- i. menghitung kadar protein kasar dengan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{(L_{\text{sampel}} - L_{\text{blanko}}) \times N_{\text{basa}} \times N / 1000}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

N = besarnya kandungan nitrogen (%)

L blanko = volume titran untuk blanko (ml)

L sampel = volume titran untuk sampel (ml)

- N basa = normalitas NaOH sebesar 0,1
N = berat atom nitrogen 14
A = bobot kertas saring biasa (gram)
B = bobot kertas sarig biasa berisi sample (gram)

Menghitung kadar protein kasar dengan rumus sebagai berikut:

$$\mathbf{KP = N \times FP}$$

Keterangan :

- KP = kadar protein kasar (%)
N = kandungan nitrogen
FP = angka faktor protein untuk pakan nabati sebesar 6,25

2. Kadar serat kasar

Pengukuran kadar serat kasar dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- a. menimbang kertas dan mencatat bobotnya (A);
- b. memasukkan sampel analisis sebanyak 0,1 gram dan kemudian mencatat bobotnya (B);
- c. menuangkan sampel analisis ke dalam erlenmeyer, kemudian menambahkan 200 ml H_2SO_4 0,25 N, menghubungkan gelas erlenmeyer dengan alat kondensor dan menyalakan panas. Memanaskan selama 30 menit terhitung sejak awal mendidih;
- d. menyaring dengan corong kaca beralas kain linen, kemudian membilas dengan air suling panas dengan menggunakan botol semprot sampai bebas asam. Melakukan uji kertas lakmus untuk mengetahui bebas asam, kemudian memasukkan residu kembali ke gelas Erlenmeyer;

- e. menambahkan 200 ml NaOH 0,313 N. Menghubungkan gelas Erlenmeyer dengan alat kondensor kemudian memanaskan selama 30 menit terhitung sejak awal mendidih. Menyaring dengan menggunakan corong kaca beralaskan kertas saring whatman ashles yang diketahui bobotnya (C);
- f. membilas dengan air suling panas dengan menggunakan botol semprot samapi bebas busa. Melakukan uji kertas lakmus untuk mengetahui bebas busa, kemudian bilas dengan aseton;
- g. melipat kertas saring whatman ashles berisi residu, memanaskan di dalam oven 105⁰c selama 6 jam. Mendinginkan di dalam desikator selama 15 menit, kemudian menimbang dan mencatat bobotnya (D);
- h. meletakkan ke dalam cawan porselin yang sudah diketahui bobotnya (E);
- i. mengabukan di dalam tanur 600⁰c selama 2 jam, lalu matikan tanur. Mendinginkan ± sampai warna merah membara pada cawan sudah tidak ada. Memasukkan ke dalam desikator, sampai mencapai suhu kamar, lalu menimbang dan mencatat bobotnya (F);
- j. menghitung kadar serat kasar dengan rumus sebagai berikut:

$$KS = \frac{(D-C)-(F-E)}{(B-A)} \times 100\%$$

Keterangan:

KS= kadar serat kasar

A= bobot kertas (gram)

B= bobot kertas berisi sampel analisa (gram)

C= bobot kertas saring whatman ashles (gram)

D= bobot kertas saring whatman ashles berisi sampel (gram)

E= bobot cawan porselin (gram)

F= bobot cawan por selin berisi abu (gram)

D. Peubah yang diamati

Pengukuran pencernaan dihitung berdasarkan rumus koefisien cerna semu menurut Fathul *et al.* (2013) Nilai pencernaan ini lebih dikenal dengan *Apparent digestible coefficient* (ADC) atau koefisien pencernaan semu, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{ADC (\%)} = \frac{\text{Jumlah konsumsi} - \text{Jumlah feses (kg)}}{\text{Jumlah konsumsi (kg)}} \times 100\%$$

$$\text{ADC (\%)} = \frac{\text{Jumlah konsumsi BK} \times \text{Zat makanan} - \text{Jumlah feses} \times \text{Zat makanan (kg)}}{\text{Jumlah konsumsi BK} \times \text{Zat makanan (kg)}} \times 100\%$$

1. Kecernaan protein kasar

Kecernaan protein ransum yang diteliti diukur dengan cara menghitung selisih protein ransum yang dikonsumsi dengan protein yang keluar bersama feses, kemudian dibagi protein ransum yang dikonsumsi, lalu dikali 100%

$$\text{Kecernaan protein kasar (\%)} = \frac{(\sum \text{konsumsi ransum (g)} \times \text{protein kasar ransum (\%)}) - (\sum \text{feses (g)} \times \text{protein kasar feses})}{\sum \text{konsumsi ransum (g)} \times \text{protein kasar ransum (\%)}} \times 100\%$$

2. Kecernaan serat kasar

Kecernaan serat kasar ransum yang diteliti diukur dengan cara menghitung selisih serat kasar ransum yang dikonsumsi dengan serat kasar yang keluar bersama feses, kemudian dibagi serat kasar ransum yang dikonsumsi, lalu dikali 100%

$$\text{Kecernaan serat kasar (\%)} = \frac{(\sum \text{konsumsi ransum (g)} \times \text{serat kasar ransum (\%)}) - (\sum \text{feses (g)} \times \text{serat kasar feses})}{\sum \text{konsumsi ransum (g)} \times \text{serat kasar ransum (\%)}} \times 100\%$$

E. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan *analysis of variance* (ANOVA) pada taraf nyata 5% atau sangat nyata 1%. Apabila hasil analisis ragam berpengaruh nyata 5% atau sangat nyata 1% pada satu peubah maka analisis tersebut dilanjutkan uji Duncan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan ransum berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap pencernaan protein kasar, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap pencernaan serat kasar pada kambing PE jantan;
2. Perlakuan ransum menggunakan rumput gajah memberikan pengaruh yang terbaik dengan nilai pencernaan protein kasar sebesar $70,74 \pm 2,06$ (%) jika dibandingkan dengan perlakuan pelepah daun sawit fermentasi dan bungkil sawit fermentasi sebesar $61,85 \pm 2,03$ (%) serta pada perlakuan penambahan mineral mikro organik (Zn-lisinat) sebesar $60,11 \pm 2,70$ (%).

B. Saran

Pelepah daun sawit digunakan sebagai hijauan alternatif pengganti hijauan pada daerah yang kekurangan ketersediaan hijauan. Usaha meningkatkan kandungan nutrisi dan pencernaan pelepah daun sawit dapat dilakukan dengan pengolahan berupa fermentasi (silase). Namun, pengolahan secara biologi tersebut belum mampu meningkatkan pencernaan protein kasar maupun serat kasar sehingga

penambahan mineral mikro organik (Zn-lisinat) tidak berpengaruh dalam meningkatkan pencernaan. Oleh karena itu, diharapkan ada penelitian lanjutan terhadap pengolahan limbah sawit melalui pengolahan secara kimiawi yaitu amoniasi. Selain itu, perlu adanya seleksi terhadap pembelian bungkil inti sawit untuk memperoleh kualitas yang baik seperti rendahnya kadar abu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiah, T., T. Sutardi, W. Toharmat, N. Manalu, R., dan U.H. Tanuwiria. 2007. Respon terhadap suplementasi sabun mineral dan mineral organik serta kacang kedelai sangrai pada indikator fermentabilitas ransum dalam rumen domba. *J. Media Peternakan*. 30(1): 63--70.
- Anggorodi, H.R. 1994. Ilmu Nutrisi Makanan Ternak Umum. PT Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Arora, S.P. 1989. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Astuti, A., Erwanto, P.E. Santosa. 2015. Pengaruh cara pemberian konsentrat-hijauan terhadap respon fisiologis dan performa sapi Peranakan Simmental. *JIPT*. 3(4): 201--207.
- Atabany, A. 2001. Studi Kasus Produksi Kambing Peranakan Etawa dan Kambing Saanen pada Peterakan Kambing Barokah dan PT Taurus Dairy Farm. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Batubara, L. P., M. Boer, dan S. Elisar. 1993. Pemberian BIS/molases dengan atau tanpa mineral dalam ransum kerbau. *Jurnal Penelitian Peternakan Sungai Putih*, 1.
- Batubara, L.P. 2003. Potensi integrasi peternakan dan perkebunan kelapa sawit sebagai simpul agribisnis ruminansia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. *Wartazoa*. 13(3): 83--91.
- Bintang, I. A.K., A.P. Sinurat, T. Murtisari, T. Pasaribu, T. Purwadaria, dan, T. Haryati. 1999. Penggunaan bungkil inti sawit dan produk fermentasinya dalam ransum itik sedang bertumbuh. *JITV*. 4(3) :179--184.
- Budiman, A., T. Dhalika, B. Ayuningsih. 2006. Uji pencernaan serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dalam ransum lengkap berbasis hijauan daun pucuk tebu (*Saccharum officinarum*). *Jurnal Ilmu Ternak*. 6(2):132--135.

- Church, D.C., and W.G. Pond. 1976. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol.I Digestive Physiology 2nd Edition. USA.
- _____. 1995. Basic Animal Nutrition and Feeding. Fourth Edition. John Willey and Sons Inc., USA.
- Crampton, E. W. and L. E. Harris. 1969. Applied Animal Nutrition. 2nd Edition. W. H. Freeman and Co. San Fransisco.
- Devendra, C., dan M. Burns. 1994. Produksi Kambing di Daerah Tropis. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Eko, D., M. Junus, dan M. Nasich. 2012. Pengaruh penambahan urea terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar padatan lumpur organik unit gas bio. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Erwanto. 1995. Optimalisasi System Fermentasi melalui Suplementasi Sulfur Defaunasi, Reduksi Emisi Metan, dan Simulasi Pertumbuhan Mikroba pada Ternak Ruminansia. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Fajarudin, M.W., M. Junus, dan Setyowati. 2014. Pengaruh lama fermentasi EM-4 terhadap kandungan protein kasar padatan kering lumpur organik unit gas bio. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan. 23(2): 14--18.
- Fardiaz, S. 1988. Pangan Gizi: Fisiologi Fermentasi. Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fathul, F., Muhtarudin, Y. Widodo. 2003. Perbedaan bentuk Zn (organik dan anorganik) terhadap ketersediaan Zn dalam serum serta pertumbuhan kambing kacang. Jurnal Penelitian Pertanian Terapan. 3(4): 253--258.
- Fathul, F., Liman, N. Purwaningsih, S. Tantalo. 2013. Pengetahuan Pakan dan Formulasi Ransum. Jurusan Peternakan. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung Press. Lampung.
- Ginting, S. P., dan J. Elisabeth. 2003. Teknologi Pakan Berbahan Dasar Hasil Sampingan Perkebunan Kelapa Sawit. Prosiding Lokakarya Nasional: Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi.
- Haryanto, B. 1992. Pakan Domba dan Kambing. Pros. Domba dan Kambing untuk Kesejahteraan Masyarakat. ISPI dan HPDKI Cabang Bogor. Bogor.
- Haryanto, B. dan A. Djajanegara. 1992. Pemenuhan Kebutuhan Zat-Zat Makanan Ternak Ruminansia Kecil dalam Produksi Ternak Kambing dan Domba di Indonesia. Universitas Sebelas Maret.

- Haryanto, Supriyati, A. Thalib dan S.N. Jarmani. 2005. Peningkatan Nilai Hayati Jerami Padi Melalui Bioproses Fermentatif dan Penambahan Zink Organik. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Bogor. Puslitbang Peternakan. Bogor.
- Hastuti, D., S. Nur., B. Iskandar. 2011. Pengaruh perlakuan teknologi amofer (amoniasi fermentasi) pada limbah tongkol jagung sebagai alternatif pakan berkualitas ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 7(1):55--65.
- Hogan, J. 1996. *Ruminant Nutrition and Production in the Tropics and Subtropics*. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra.
- Hungate, R.E. 1966. *The Rumen and Microbes*. Second Edition. Academic Press. New York.
- Karlina, S. 2008. Pengaruh Fermentasi Ragi Tape dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Tape Ubi Jalar. Skripsi. Universitas Sumatra Utara.
- Ketaren, P. P. 1986. Bungkil inti sawit dan ampas minyak sawit sebagai pakan ternak. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 8(4-6): 10--11.
- Khalil, M. N. Lestari, P. Sardilla, dan Hermon. 2014. The use of local mineral formulas as a feed block supplement for beef cattle fed on wild forages. *Media Peternakan*. 38(1): 34--41.
- Larvor, P. 1983. The Pools of Cellular Nutrients. Mineral, In: *Dynamic Biochemistry of Animal Production*. P.M. Riis. Ed. Elsevier. Amsterdam.
- Lieberman, and N. Bruning. 1990. *The Real Vitamin and Mineral Book*. Avery Group. New York.
- Linder, M.C. 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Terjemahan dari: *Nutritional Biochemistry and Metabolism*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Mathius, I. W., D. Sitompul, B.P. Manurung, dan Asmi. 2003. Produk samping tanaman dan pengolahan buah kelapa sawit sebagai bahan dasar pakan komplit untuk: suatu tinjauan. *Prosiding Lokakarya Nasional: Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi*. Bengkulu 9-10 September 2003. hlm. 120--128.
- Maynard, L.A., J.K. Loosil, H.F. Hintz, and R.G. Warner. 2005. *Animal Nutrition*. 7th Edition. Mc Graw-Hill Book Company. New York, USA.
- Mc Donald, P., R. Edwards, and J. Greenhalgh. 2002. *Animal Nutrition*. 6th Edition. New York.

- Muhtarudin, L iman, 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. 2006. Nutrient Requirements of Domestic Animal; Nutrient Requirements of Goats. Physiology of Digestion No. 15. National Academy of Sciences. Washington DC, USA.
- Parakkasi, A. 1999. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan. UI Press. Jakarta.
- Pasaribu, T., T. Purwadaria, A. P. Sinurat, J. Rosida, dan D. O. D. Saputra. 2001. Evaluasi nilai gizi lumpur sawit hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger* pada berbagai perlakuan penyimpanan. JITV. 6(4): 233--238.
- Pond, WG, D.C. Church, and K.R Pond. 1995. Basic Animal Nutrition and Feeding. 4th Edition. John Willey and Sons, Canada.
- Prasad, A. S. 1991. Discovery of human Zinc deficiency and studies in an experimental human model. The American journal of clinical nutrition. 53(2): 403--412.
- Price, M. A., S. D Jones., G. W. Mathison, and R. T. Berg. 1980. The effect of increasing dietary roughage and slaughter weight on the feedlot performance and carcass characteristics of bull and steer. J.sci. 60: 349--358.
- Puastuti, W., D., Yulistiani, I.W.R. Susana. 2014. Evaluation of nutritive value of palm kernel cake fermented with molds as source of protein in ruminant. JITV. 19(2): 143-151.
- Purba, A., S.P. Ginting, Z. Poeloengan, K. Simanihuruk, dan Junjungan. 1997. Nilai nutrisi dan manfaat pelepah kelapa sawit sebagai pakan domba. Jurnal penelitian kelapa sawit. 5(3): 161--177.
- Randjhan, S.K. 1980. Animal Nutrition in Tropics. 2nd Edition. Vikas Publishing House, Pvt Limited, New Delhi.
- Rangkuti, J. H. 2011. Produksi dan Kualitas Susu Kambing Peranakan Etawa (PE) pada Kondisi Tatalaksana yang Berbeda. Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ravindran, V., dan R. Blair. 1992. Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific. II. Plant protein sources. World's Poultry Science Journal. 48(03): 205--231.

- Rianto, E., D. Anggalina, S. Dartosukarno, dan A. Purnomoadi. 2006. Pengaruh metode pemberian pakan terhadap produktivitas domba ekor tipis. Prosiding Seminar Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbang Peternakan- Badan Litbang Pertanian. Bogor. 3:254--257.
- Richardson, C. R., dan E. E. Hatfield. 1978. The limiting amino acids in growing cattle. *J. Anim. Sci.* 46(3): 740--745.
- Rojas, L. X., L. R. McDowell, R. J. Cousins, F. G. Martin, N. S. Wilkinson, A. B. Johnson, dan J. B Velasquez. 1995. Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep. *J. Anim. Sci* 73(4): 1202-1207.
- Rudiah. 2011. Respon kambing kacang jantan terhadap waktu pemberian pakan. *Media Litbang Sulteng.* 4(1): 67--74.
- Sandi, S., dan A. Saputra. 2012. The Effect of Effective Microorganisms-4 (Em-4) Addition on the Physical Quality of Sugar Cane Shoots Silage. In *International Seminar on Animal Industry.*
- Sianipar, J., dan Simanihuruk, K. 2009. Performans kambing sedang tumbuh yang mendapat pakan tambahan mengandung silase kulit buah kakao. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Malang.
- Sineba, A. 2007. Pengaruh Penggunaan Kombinasi Sabut Sawit Teramoniasi dan Lumpur Sawit Terfermentasi terhadap Kadar NH₃, Produksi VFA, dan Populasi Protozoa Rumen Kambing Peranakan Etawa. Skripsi. Jurusan Peternakan. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Siregar, S.B. 2003. Ransum Ternak Ruminansia. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sitompul, D. 2003. Desain pembangunan kebun dengan sistem usaha terpadu ternak sapi bali. *Prosiding Lokakarya Nasional: Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi.* Bengkulu, 9-10 September 2003. pp. 81-88.
- Subagdja, D. 2000. Peran Probiotik untuk Ternak Ruminansia. *Gelar Teknologi Festival Peternakan Jawa Barat.* Paper. Fakultas Peternakan. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Sudarmadji, S., and H. Bambang. 2003. *Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian.* Liberty. Yogyakarta
- Sudaryanto, B. 1999. Peluang penggunaan daun kelapa sawit sebagai pakan ternak ruminansia. In *Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner.* hlm. 428--433.
- Sugeng, B. 1995. *Beternak Domba.* Jakarta. Penebar Swadaya.

- Sukaryana, Y., U. Atmomarsono, V. D. Yuniyanto, dan E. Supriyatna. 2011. Peningkatan nilai pencernaan protein kasar dan lemak kasar produk fermentasi campuran bungkil inti sawit dan dedak padi pada broiler. *JITP*. 1(3): 167--172.
- Suprpto, H., F.M. Suhartati, dan T. Widiyastuti. 2013. Kecernaan serat kasar dan lemak kasar complete feed limbah rami dengan sumber protein berbeda pada kambing peranakan etawa lepas sapih. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1(3):938-946.
- Supriyati. 2008. Pengaruh suplementasi Zink-biokompleks dan Zink-metionat dalam ransum domba. *JITV*. 13(2): 89--94.
- Susanti, E. 2016. Pengaruh pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit terhadap pencernaan lemak dan TDN pada sapi Peranakan Ongole. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Sutardi, T. 1979. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba dan manfaatnya bagi peningkatan produktivitas ternak. Prosiding seminar penelitian dan pengembangan peternakan. Lembaga Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Departemen Pertanian. Bogor.
- _____. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- _____. 1997. Peluang dan Tantangan Pengembangan Ilmu-ilmu Nutrisi Ternak. Orasi Ilmiah. Guru Besar Tetap Ilmu Nutrisi Ternak, 4 Januari 1997. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. hlm. 84.
- Syahwani, R. 2004. Pengaruh Cara Pemberian Pakan dan Penambahan Probiotik Pada Pakan Terhadap Konsumsi dan Pencernaan Serat Kasar pada Domba. Tesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor
- Tanius, T.S.A. 2003. Seri Agribisnis Beternak Kambing Perah Peranakan Etawa. Surakarta.
- Tarigan, S. 2011. Pembuatan Pupuk Organik Cair dengan Memanfaatkan Limbah Padat Sayuran Kubis (*Brassica aleracege L*) dan Isi Rumen Sapi. Tesis. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo, dan S. Lebdoesoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Cetakan ke-6. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Trinacty, J., L. Krizova, M. Richter, V. Carry, and J. Riha. 2009. Effect of rumen-protected methionine, lysine or both on milk production and plasma amino acid of high-yielding dairy cows. *Czech. J. Anim. Sci.*54(6): 239--248.
- Utomo, B.N., E. Widjaja, S. Mokhtar, S.E. Prabowo, dan H. Winarno. 1999. Laporan Akhir Pengkajian Pengembangan Ternak Potong pada Sistem Usaha Tani Kelapa Sawit. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Palangkaraya. Palangkaraya.
- Utomo, B.N., dan E. Widjaja. 2005. Pemanfaatan Limbah Pengolahan Minyak Kelapa Sawit yang berupa Solid untuk Pakan Ternak (Sapi, Domba dan Ayam Potong). *Success Story Pengembangan Teknologi Inovatif Spesifik Lokasi*. Badan Litbang Pertanian. Buku I. hlm. 173-185.
- Winedar, H. 2006. Daya cerna protein pakan, kandungan protein daging, dan pertambahan berat badan ayam broiler setelah pemberian pakan yang difermentasi dengan *Effective Microorganisms-4* (Em-4). *Bioteknologi* 3 (1): 14--19.
- Winarno, F.G, dan S. Fardiaz. 1980. Biofermentasi dan Biosintesis Protein. Angkasa. Bandung.
- Winugroho, M., dan Maryati. 1999. Kecernaan Daun Kelapa Sawit sebagai Pakan Ternak Ruminasia. Laporan APBN 1998/1999. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Zakariah, M.A. 2012. Fermentasi Asam Laktat Pada Silase. Fakultas Peternakan Universiats Gajah Mada. Yogyakarta.