

**PENGARUH PERLAKUAN SECARA KIMIAWI (AMONIASI) DAN  
BIOLOGI (KAPANG) PADA KULIT KOPI TERHADAP KECERNAAN  
BAHAN KERING DAN KECERNAAN BAHAN ORGANIK (*IN VITRO*)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**LAILY MIFTAKHUL MUNA**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH PERLAKUAN SECARA KIMIAWI (AMONIASI) DAN BIOLOGI (KAPANG) PADA KULIT KOPI TERHADAP KECERNAAN BAHAN KERING DAN KECERNAAN BAHAN ORGANIK (*IN VITRO*)**

Oleh

**LAILY MIFTAKHUL MUNA**

Tujuan dari penelitian ini adalah 1) membandingkan pengaruh perlakuan secara kimiawi (amoniasi) dan biologi (kapang) pada kulit kopi terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik; 2) mengetahui parameter terbaik kualitas kulit kopi yang diolah secara biologi maupun kimia terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik. Penelitian ini dilaksanakan pada 31 Desember 2018—1 Maret 2019 di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Universitas Lampung, Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung dan Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini yaitu kulit kopi tanpa perlakuan (P1), kulit kopi dengan urea 4% (P2), kulit kopi dengan ammonium sulfat 1,5% (P3), kulit kopi dengan *Aspergillus niger* 5 gram (P4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan amoniasi dan fermentasi berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik. Perlakuan terbaik pada kulit kopi terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik yaitu dengan penambahan 4% urea.

Kata kunci : kulit kopi, amoniasi, fermentasi, pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik.

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECTS OF CHEMICAL TREATMENT (AMMONIATION) AND BIOLOGICAL (MOLD) ON COFFEE HUSK TO DRY MATTER AND ORGANIC MATTER DIGESTIBILITY (IN VITRO)**

by

**LAILY MIFTAKHUL MUNA**

The purpose of this research was 1) to compare the effect of chemical (ammoniation) and biological (mold) treatment on coffee husk to dry matter and organic matter digestibility; 2) knowing the best parameters of the quality on coffee husk processed biologically and chemically on the dry matter and organic matter digestibility. The research was conducted on 31<sup>th</sup> of December 2018 until 01<sup>st</sup> of March 2019 at the Animal Nutrition and Food Laboratory, Department of Animal Husbandry, University of Lampung; Microbiology Laboratory of FMIPA Lampung University and Dairy Animal Nutrition Science Laboratory, Faculty of Animal Husbandry, Bogor Agricultural University. This study used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. The treatments given in this study were coffee husk without treatment (P1), coffee husk with 4% urea (P2), coffee husk with 1.5% ammonium sulfate (P3), coffee husk with *Aspergillus niger* 5 gram (P4). The results showed that ammoniation and fermentation treatment significantly effect ( $P < 0,01$ ) for dry matter digestibility and digestibility of organic matter. The best treatment of coffee husk on dry matter digestibility and organic matter digestibility is by adding 4% urea.

Keywords: coffee husk, ammoniation, fermentation, dry matter digestibility and organic matter digestibility.

**PENGARUH PERLAKUAN KULIT KOPI SECARA KIMIAWI  
(AMONIASI) DAN BIOLOGI (KAPANG) TERHADAP KECERNAAN  
BAHAN KERING DAN KECERNAAN BAHAN ORGANIK (*IN VITRO*)**

**Oleh**

**LAILY MIFTAKHUL MUNA**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Peternakan  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

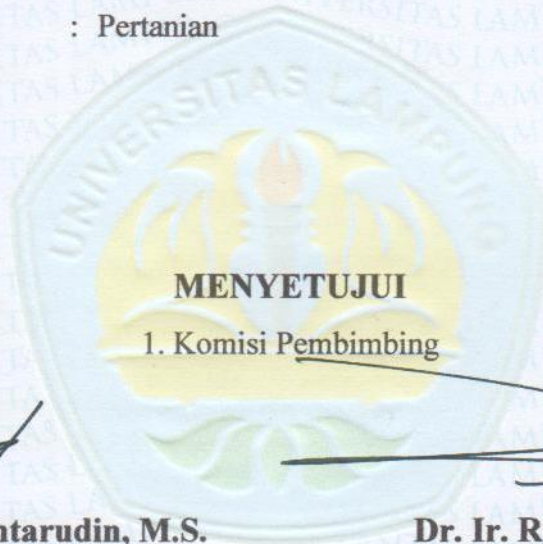
Judul Skripsi : **PENGARUH PERLAKUAN SECARA KIMIAWI (AMONIASI) DAN BIOLOGI (KAPANG) PADA KULIT KOPI TERHADAP KECERNAAN BAHAN KERING DAN KECERNAAN BAHAN ORGANIK (IN VITRO)**

Nama Mahasiswa : **Laily Miftakhul Muna**

No. Pokok Mahasiswa : 1514141021

Jurusan : Peternakan

Fakultas : Pertanian

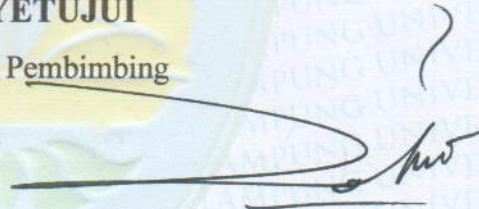


**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

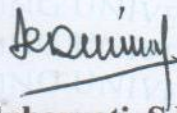


**Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.**  
NIP 19610307 198503 1 006



**Dr. Ir. Rudy Sutrisna, M.S.**  
NIP 19580506 198401 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 : **Dr. Ir. Rudy Sutrisna, M.S.**

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 : **26 Juni 2019**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 28 Oktober 1997, sebagai putri keempat dari lima bersaudara dari pasangan bapak Subroto dan ibu Siti Yuroh Fatimah. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 02 Langkapura; sekolah menengah pertama di SMP Negeri 14 Bandar Lampung; sekolah menengah atas di SMA Negeri 14 Bandar Lampung.

Penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada 2015. Selama menjadi mahasiswa Penulis menerima beasiswa Charoen Pokphand Indonesia. Pada Januari sampai Maret 2018 Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Banyu Urip , Kecamatan Banyumas, Kabupaten Pringsewu. Pada Juli sampai Agustus 2018 Penulis melaksanakan Praktik Umum di Koperasi Peternakan Saroni Makmur Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman Yogyakarta. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Pengolahan Teknologi Daging, Tata Laksana Padang Penggembalaan, Kimia Dasar, Teknologi Pengolahan Pakan dan Mikrobiologi Ternak serta terdaftar sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Peternakan (HIMAPET).

*Alhamdulillahirobbil'alamiin*

*Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, kesabaran dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini.*

*Tidak lupa shalawat serta salam kepada Rasulullah Muhammad SAW sang suri tauladan terbaik bagi manusia.*

*Aku persembahkan karya sederhana ini kepada orang-orang yang sangat kusayangi dan kucintai*

*Ibunda Siti Yuroh Fatimah dan ayahnda Subroto yang telah mendidikku sejak kecil, menyayangiku dengan sepenuh hati, mendukungku dalam menyelesaikan pendidikan dan do'a yang tak pernah henti untuk kebahagiaanku di masa depan.*

*Terima kasih untuk kakak dan adikku Sri Wahyuni, Widyatama, Didie Firmadi dan Saiful Amri atas doa dan dukungan yang tiada henti.*

*Terima kasih yang tak terhingga untuk dosen-dosenku yang tak pernah lelah memberi arahan, motivasi, dan ilmu kepadaku.*

*Terimakasih untuk sahabat-sahabatku yang selalu ada disaat aku susah dan senang, memberi motivasi dan menghiasi hari-hariku dengan canda tawa.*

*Serta untuk almamater tercinta yang telah memberikanku banyak pelajaran dan menjadikan saya menjadi lebih dewasa dan lebih baik dalam bersikap.*



***“Barang siapa bertakwa kepada Allah maka Dia akan menjadikan jalan keluar baginya, dan memberinya rizki dari jalan yang tidak ia sangka, dan barang siapa yang bertawakkal kepada Allah maka cukuplah Allah baginya, Sesungguhnya Allah melaksanakan kehendak-Nya, Dia telah menjadikan untuk setiap sesuatu kadarnya”***  
**(Q.S. Ath-Thalaq: 2-3)**

***“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”***  
**(Q.S Ar-Ra’d: 11)**

***“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”***  
**(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)**

***“Barang siapa menginginkan soal-soal yang berhubungan dengan dunia, wajiblah ia memiliki ilmunya ; dan barang siapa yang ingin (selamat dan berbahagia) di akhirat, wajiblah ia mengetahui ilmunya pula; dan barangsiapa yang menginginkan kedua-duanya, wajiblah ia memiliki ilmu kedua-duanya pula”.***  
**(HR. Bukhari dan Muslim)**

**Agama tanpa ilmu pengetahuan adalah buta dan ilmu pengetahuan tanpa agama adalah lumpuh.**  
**(Albert Einstein)**

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “Pengaruh Perlakuan Secara Kimiawi (Amoniasi) dan Biologi (Kapang) pada Kulit Kopi terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Kecernaan Bahan Organik (*In Vitro*)”.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.--selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung--yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dan mengesahkan skripsi ini;
2. Ibu Sri Suharyati S.Pt., M.P.--selaku Ketua Jurusan Peternakan--atas persetujuan, segala saran, arahan, dan bimbingan yang diberikan kepada Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.--selaku Pembimbing Utama—atas saran, arahan, bimbingan dan nasihat kepada Penulis selama penelitian berlangsung hingga selesainya skripsi ini;
4. Bapak Dr. Ir. Rudy Sutrisna, M.S.--selaku Pembimbing Anggota--atas arahan, saran serta motivasi yang selalu diberikan selama penelitian dan penyelesaian skripsi ini;

5. Ibu Dr. Ir. Farida Fathul, M. Sc.--selaku Pembahas—atas bantuan, petunjuk, kritik, saran, motivasi dan bimbingan yang diberikan selama penyelesaian skripsi ini;
6. Bapak Agung Kusuma W., S. Pt., M. Si.--selaku Pembimbing Akademik--atas bimbingan, motivasi, dan dukungan yang diberikan kepada Penulis selama masa studi;
7. Bapak dan ibu Dosen Jurusan Peternakan, yang dengan ikhlas memberikan ilmu pengetahuannya kepada Penulis selama menjadi mahasiswa;
8. Keluarga tercinta Bapak Subroto, ibu Siti Yuroh Fatimah, kakak Yuni, Kakak Widyatama, kakak Didi Firmadi, dan adik Saiful Amri atas doa, kasih sayang, dukungan, dan kesabaran yang mendorong penulis menggapai cita-cita;
9. Teman penelitian Widya Febriyani —atas kerjasama, dukungan, perhatian, dan kasih sayangnya;
10. Sahabat-sahabat kesebelasan Astralin Rara Anjani, Dianty Mayasari, Viesta Septi Dyana, Roikatul Jannah, Elisa, Maria Puspita Sari, Aprilia Indah Lestari, Utami Lestari, Mitha Nia Utami dan Nurul Baruni atas kebersamaan dan persahabatan yang baik selama penulis menempuh pendidikan;
11. Bang Denis Hikmawan, bang Abdul Azis, bang Apriansyah dan mba Desi Ariyani atas motivasi dan nasihat selama proses penelitian;
12. Sahabat-sahabat dari SMA Prayodha Trisistian Meiradhika, Novaldi Eza, M. Tri Wahyudin, A'la Muhammad, Tito Waluyo Jiwandono, M. Tri Jatmiko, Fitri Inayah, Satya Dewi Larasati, Adella Diva, Amelia Ratna, Nahda Gaitsa dan Galuh Nuraini atas doa, dukungan dan kebersamaannya sampai saat ini;

13. Adikku Dimas Trifebrila, Dimas Aji, Evy, Yustia, Yulia, Aldi, Riski Amanah, Dani Prabowo, Diah Ayu, Sherlina Widya, Yollanda N., Armelia Rizqika, Andini, Inggit dan adik-adik angkatan 2016, 2017 serta 2018 atas doa dan semangat yang diberikan kepada penulis;
14. Teman-teman Peternakan seperjuangan angkatan 2015 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas kebersamaan selama ini. Semoga kita dapat menggapai impian dan cita-cita kita serta dipertemukan kembali dalam keadaan sehat dan sukses;
15. Seluruh kakak tingkatku angkatan 2014, 2013 dan 2012 atas motivasi dan doa yang diberikan selama Penulis menyelesaikan skripsi ini.

Semoga segala kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis mendapat balasan pahala yang berlipat dari Allah SWT, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, Maret 2019

Penulis

**Laily Miftakhul Muna**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang dan Masalah .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	3
C. Kegunaan Penelitian .....	3
D. Kerangka Pemikiran .....	3
E. Hipotesis .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
A. Kulit Kopi .....	6
B. Amoniasi .....	7
C. Urea .....	9
D. Amonium Sulfat .....	10
E. <i>Aspergillus niger</i> .....	11
F. Fermentasi .....	13
G. Selulosa .....	14
H. Sistem Pencernaan Ternak Ruminansia .....	15



I. Teknik <i>In Vitro</i> .....	16
J. Kecernaan Bahan Kering .....	17
K. Kecernaan Bahan Organik.....	18
<b>III. BAHAN DAN METODE .....</b>	<b>21</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
B. Bahan dan Alat Penelitian .....	21
B.1. Bahan penelitian .....	21
B.2. Alat penelitian .....	22
C. Rancangan Percobaan .....	22
D. Peubah yang Diamati .....	23
E. Prosedur Penelitian .....	24
E.1. Tahap persiapan perbanyak mikroba .....	24
E.2. Amoniasi kulit kopi .....	25
E.3. Fermentasi kulit kopi .....	25
E.4. Tahap persiapan sampel.....	26
E.5. Tahap analisis kecernaan secara <i>in vitro</i> .....	26
E.5.A. Pembuatan larutan <i>Mc Dougal</i> .....	27
E.5.B. Pengambilan cairan rumen.....	28
E.5.C. Uji kecernaan bahan kering dan bahan organik .....	28
F. Analisis Data.....	30
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
A. Pengaruh Perlakuan Secara Kimiawi (Amoniasi) dan Biologi (Kapang) pada Kulit Kopi terhadap Kecernaan Bahan Kering.....	31

B. Pengaruh Perlakuan Secara Kimiawi (Amoniasi) dan Biologi (Kapang) pada Kulit Kopi terhadap Kecernaan Bahan Organik.....	36
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>41</b>
A. Kesimpulan .....	41
B. Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan nutrisi hasil amoniasi dan fermentasi berdasarkan bahan kering .....	22
2. Bahan pembuatan larutan Mc Dougal (saliva buatan) .....	27
3. Rata-rata nilai pencernaan bahan kering setiap perlakuan .....	31
4. Rata-rata nilai pencernaan bahan organik setiap perlakuan .....	37
5. Hasil rata-rata nilai KCBK .....	49
6. Analisis ragam KCBK setiap perlakuan .....	49
7. Nilai BNT KCBK .....	49
8. Uji BNT KCBK .....	50
9. Hasil rata-rata nilai KCBO .....	50
10. Analisis ragam KCBO setiap perlakuan .....	50
11. Nilai BNT KCBO .....	51
12. Uji BNT KCBO .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Aspergillus niger</i> perbesaran 100 x 4.....	11
2. Struktur kimia selulosa.....	14
3. Sistem pencernaan pada ruminansia .....	15
4. Tata letak amoniasi dan fermentasi kulit kopi .....	23
5. Skema perbanyakan mikroba .....	24
6. Skema amoniasi kulit kopi.....	25
7. Skema fermentasi kulit kopi menggunakan <i>Aspergillus niger</i> .....	25
8. Skema persiapan sampel analisis .....	26
9. Skema pembuatan larutan <i>Mc Dougal</i> (saliva buatan) .....	27
10. Skema pengambilan cairan rumen .....	28
11. Skema uji pencernaan secara <i>in vitro</i> .....	28
12. Rata-rata nilai pencernaan bahan kering .....	31
13. Rata-rata nilai pencernaan bahan organik .....	37
14. Proses perbanyakan <i>Aspergillus niger</i> .....	52
15. Proses amoniasi.....	52
16. Proses analisis serat kasar .....	53
17. Proses analisis protein kasar .....	53
18. Penambahan cairan rumen pada tabung sampel analisis <i>in vitro</i> .....	54
19. Proses pemberian CO <sub>2</sub> pada uji pencernaan <i>in vitro</i> .....	54

20. Proses sentrifuge uji pencernaan <i>in vitro</i> .....	55
21. Pemberian larutan pepsin-HCL 0,2% analisis pencernaan <i>in vitro</i> .....	55



## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia, produksi buah kopi di Indonesia menempati urutan ke empat terbesar di dunia setelah Columbia, Brazil dan Vietnam. Kulit luar kopi yang merupakan limbah hasil pengolahan buah kopi memiliki proporsi 40 – 45%. Kulit buah kopi cukup potensial untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak ruminansia.

Kandungan zat nutrisi yang terdapat pada kulit buah kopi seperti protein kasar sebesar 10,4% dan serat kasar sebesar 17,2% (Zainuddin dan Murtisari, 1995) relatif sebanding dengan kandungan zat nutrisi rumput. Dalam kulit kopi mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Lignin salah satu komponen penyusun tanaman yang membentuk bagian struktural dan sel tumbuhan, yang kandungannya dalam kulit kopi yaitu 52,59%. Kandungan lignin yang tinggi dalam limbah kulit kopi dapat menghambat proses pencernaan bagi hewan ternak.

Guna meningkatkan kualitas limbah kulit kopi sehingga meningkatkan nilai pencernaan maka perlu dilakukan pengolahan berupa pengolahan secara kimiawi dan biologi. Pengolahan secara kimiawi dapat dilakukan dengan metode amoniasi. Menurut Hanafi (2008), amoniasi yaitu suatu proses perombakan dari struktur

keras menjadi struktur lunak dengan bantuan bahan kimia sumber amonia atau  $\text{NH}_3$  agar dapat meningkatkan daya cerna dan kandungan nitrogen (protein) bahan pakan. Sumber amonia yang mudah didapatkan yaitu urea dan amonium sulfat, apabila kulit buah kopi diamoniasi maka kandungan nutrisi yang terdapat pada kulit buah kopi akan bertambah dan akan mengurangi biaya untuk pembelian pakan, karena dinilai mampu memanfaatkan limbah sehingga menghasilkan nilai ekonomis yang tinggi.

Pengolahan secara biologi dapat dilakukan dengan menggunakan kapang *Aspergillus niger*. Lebih lanjut Guntoro *et al.* (2004), melaporkan bahwa fermentasi limbah kopi dengan *Aspergillus niger* dapat meningkatkan kandungan gizi limbah kopi. Perlakuan fermentasi limbah kulit kopi dengan *Aspergillus niger* mampu meningkatkan nilai gizi ditunjukkan dengan meningkatnya protein dari 6,67% menjadi 12,43% dan menurunkan kadar serat kasar dari 21,4% menjadi 11,05%.

Selama ini peternak belum memanfaatkan secara optimal limbah kulit kopi karena minimnya informasi tentang tata cara pengolahan kulit kopi agar menjadi pakan yang berkualitas baik. Berdasarkan hal tersebut, peneliti melakukan pengolahan kulit kopi secara kimiawi maupun biologi untuk mengetahui kualitas kulit kopi yang ditinjau dari aspek pencernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro*.

## **B. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. membandingkan pengaruh perlakuan secara kimiawi (amoniasi) dan biologi (kapang) pada kulit kopi terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik;
2. mengetahui parameter terbaik kualitas kulit kopi yang diolah secara biologi maupun kimia terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik.

## **C. Kegunaan Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada peternak tentang teknik pengolahan limbah kulit kopi dengan teknik amoniasi (urea dan ammonium sulfat) dan biologi (kapang) untuk meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pakan alternatif yang bernilai gizi baik.

## **D. Kerangka Pemikiran**

Limbah kulit kopi cukup potensial digunakan sebagai alternatif bahan pakan ternak ruminansia baik itu ruminansia kecil maupun ruminansia besar. Analisis Laboratorium Nutrisi dan Pakan IPB (2013), kandungan nutrisi kulit buah kopi adalah abu 5,25%; PK 10,47%; LK 2,8%; SK 40,69% dan BETN 41,51%. Kulit kopi sebagai bahan pakan yang mengandung serat kasar yang tinggi, dan adanya kandungan tanin, kafein dan lignin memerlukan pengolahan terlebih dahulu untuk peningkatan kualitas gizi. Pengolahan yang dapat dilakukan pada kulit kopi yaitu

dengan pengolahan kimiawi dan biologi. Pengolahan secara kimiawi salah satunya adalah amoniasi sedangkan secara biologi dapat dilakukan dengan

Amoniasi merupakan salah satu perlakuan kimia yang bersifat alkalis dan dapat melarutkan hemiselulosa, lignin dan silika, serta dapat mengurangi kandungan lignin dinding sel (Van Soest, 1982). Proses amoniasi menggunakan bahan dengan kandungan amonia, sumber amonia yang murah dan mudah didapatkan adalah urea. Menurut Liptan (2000), fungsi urea pada proses pembuatan fermentasi adalah sebagai pensuplai  $\text{NH}_3$ , hal ini digunakan sebagai sumber energi bagi mikrobia dalam proses fermentasi. Komar (1984), menyatakan bahwa hasil penelitian pengolahan jerami padi dengan pemberian urea 4% bukan hanya meningkatkan protein kasar secara drastis tetapi juga meningkatkan daya cernanya 50% lebih baik. Perbaikan juga terjadi pada daya cerna bahan kering dan bahan organik.

Sumber amonia lainnya yang dapat digunakan dalam proses amoniasi adalah ammonium sulfat. Amonium sulfat merupakan garam anorganik yang berfungsi sebagai sumber nitrogen. Menurut Scopes (2002), kelebihan amonium sulfat dibandingkan dengan garam lain yaitu memiliki kelarutan yang tinggi, mempunyai daya pengendap yang efektif, mempunyai efek penstabil terhadap kebanyakan enzim, dapat digunakan pada berbagai pH, dan harganya yang terjangkau. Pitriyatin (2010), menyatakan bahwa proses fermentasi pakan dengan penambahan urea, zeolit, dan amonium sulfat 1,5% mampu memperbaiki kandungan protein kasar pada pakan.

Fermentasi (pengolahan biologi) merupakan suatu proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Fermentasi dapat dilakukan dengan penggunaan kapang, salah satu kapang yang dapat digunakan yaitu *Aspergillus niger*. Menurut Frazier dan Westhoff (1981), kapang jenis ini memiliki keunggulan mudah dibiakkan, tidak cepat terkontaminasi oleh mikroorganisme lain, menghasilkan enzim-enzim pengurai seperti selulase untuk memecah selulosa, amilase untuk memecah amilosa, glukoside untuk memecah glukosa, sehingga proses fermentasi tersebut menghasilkan senyawa yang labil sederhana seperti senyawa glukosa dan asam-asam organik.

Berdasarkan uraian pemikiran di atas, maka diharapkan proses pengolahan kulit kopi secara kimiawi (amoniasi) menggunakan urea dan ammonium sulfat serta biologi (kapang) menggunakan *Aspergillus niger* akan meningkatkan nilai pencernaan bahan kering dan bahan organik yang dilakukan secara *in vitro*.

## **E. Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu:

1. terdapat pengaruh perlakuan kulit kopi secara kimia maupun biologi terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik secara *in vitro*;
2. pengolahan kulit kopi terbaik yaitu secara kimia (amoniasi) dengan urea 4% yang berpengaruh terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik secara *in vitro*.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kulit Kopi

Kulit kopi cukup potensial untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak ruminansia baik itu ruminansia kecil maupun ruminansia besar. Kandungan nutrisi kulit kopi non fermentasi seperti protein kasar sebesar 8,49% (Hasil analisa proksimat Balitnak, 2013) relatif sebanding dengan kandungan zat nutrisi rumput. Usman, *et al.* (2013), menyatakan bahwa kulit kopi merupakan salah satu limbah yang selama ini kerap terbuang begitu saja di penggilingan kopi, padahal masih berpotensi sebagai bahan pakan ternak ruminansia.

Pores, *et al.* (1993), menyatakan kulit kopi banyak mengandung karbohidrat dan protein namun adanya senyawa asam kafeat dan klorogenat memiliki efek gangguan bagi hewan bila ditambahkan dalam ransum pakan. Analisis Laboratorium Nutrisi dan Pakan IPB (2013) kandungan nutrisi kulit buah kopi adalah abu 5,25%; PK 10,47%; LK 2,8%; SK 40,69% dan BETN 41,51% dan hasil analisis Laborarium Ilmu Nutrisi dan Kimia UIN SUSKA (2014) kandungan kulit buah kopi memiliki BK 94,20; PK 4,15%; SK 59,00%; LK 1,49%; abu 3,20% dan BETN 32,16%.

Menurut Londra dan Andri (2007), fermentasi dengan *Aspergillus niger* mampu meningkatkan nilai gizi limbah kopi. Hal tersebut dapat dilihat dari kemampuan dalam meningkatkan kadar protein kasar (PK), dari persentase 6,67% menjadi 12,43%, dan mampu menurunkan kadar serat kasar (SK), dari persentase 18,82% menjadi 11,05%.

Kulit buah kopi banyak mengandung karbohidrat dan protein. Namun adanya senyawa tannin memiliki efek gangguan bagi pertumbuhan hewan bila ditambahkan dalam ransum pakan (Porres, *et al.*, 1993). Adanya tannin menurunkan kesukaan dan palatabilitasnya bagi ternak (Mazzafera, 2002).

Mayasari (2009), mengatakan bahwa dalam kulit kopi mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Lignin merupakan salah satu komponen penyusun tanaman yang membentuk bagian struktural dan sel tumbuhan, yang kandungannya dalam kulit kopi yaitu 52,59%. Kandungan lignin yang tinggi dalam limbah kulit kopi dapat menghambat proses pencernaan bagi hewan ternak. Untuk meningkatkan pemanfaatan dan nilai gizi dari limbah pertanian sebagai bahan pakan tersebut, maka perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dijadikan pakan.

## **B. Amoniasi**

Amoniasi merupakan salah satu perlakuan kimia yang bersifat alkalis dan dapat melarutkan hemiselulosa, lignin dan silika, serta dapat mengurangi kandungan lignin dinding sel. Turunnya kristalinitas selulosa akan memudahkan penetrasi enzim selulose mikroba rumen (Van Soest, 1982). Prinsip amoniasi menurut

Hanafi (2008), yaitu suatu proses perombakan dari struktur keras menjadi struktur lunak dengan bantuan bahan kimia sumber amonia atau  $\text{NH}_3$  agar dapat meningkatkan daya cerna dan kandungan nitrogen (protein) bahan pakan.

Tujuan dari proses amoniasi menurut Setyono, *et al.* (2009) adalah melarutkan mineral silikat, menghidrolisis ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa, meningkatkan kecernaan, meningkatkan kandungan protein kasar, serta menekan pertumbuhan jamur.

Kualitas amoniasi dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti asal atau bahan pakan, temperatur penyimpanan, kepadatan dan kondisi an-aerob pada proses amoniasi berlangsung (Regan, 1997). Manfaat amoniasi adalah merubah tekstur kulit kopi yang semula keras berubah menjadi lunak, warna berubah dari kuning kecoklatan menjadi coklat tua. Kualitas dari amoniasi yang baik tidak terjadinya penggumpalan pada seluruh atau sebagian kulit kopi (Rahardi, 2009).

Sumasprastowo (1993) salah satu kendala pemanfaatan daging kulit buah kopi sebagai pakan ternak adalah kandungan serat kasarnya yang tinggi (21,74%), sehingga tingkat kecernaannya sangat rendah. Dengan proses amoniasi, tingkat kecernaan kulit kopi bisa ditingkatkan. Dilaporkan juga oleh Mastika (2011), bahwa melalui proses amoniasi, ternyata kandungan nutrisi kulit kopi meningkat, yaitu protein kasar menjadi 17,88%; kecernaan bahan kering meningkat dari 40% menjadi 50%.

Pengolahan cara kimia dengan amoniak ( $\text{NH}_3$ ) disebut sebagai amoniasi.

Amoniak dapat menyebabkan perubahan komposisi dan struktur dinding sel sehingga membebaskan ikatan antara lignin dengan selulosa dan hemiselulosa dan

memudahkan pencernaan oleh selulase mikroorganisme. Amoniak akan terserap dan berikatan dengan gugus asetil dari bahan pakan, kemudian membentuk garam amonium asetat yang pada akhirnya terhitung sebagai protein bahan. Struktur dinding sel kulit kopi menjadi lebih amorf dan tidak berdebu, sehingga menjadi lebih mudah di tangani (Widyotomo, 2012).

Selama proses pengolahan, bila digunakan dosis kira-kira 4% maka 30 – 60% dari amoniak yang digunakan terserap (berfiksasi) ke dalam jaringan hijauan atau jerami yang akan meningkatkan kandungan protein kasar dalam hijauan yang diolah tersebut. Adanya fiksasi nitrogen ini karena sebagian dari amoniak diserap oleh bagian lembab dari hijauan. Amoniak yang terserap tersebut akan berkaitan dengan gugusan asetil dari hijauan kemudian membentuk garam amonium asetat ini mengandung nitrogen (inti protein  $\text{NH}_2$  mikroorganisme rumen) (Komar, 1984).

### **C. Urea**

Urea merupakan suatu senyawa organik yang terdiri dari unsure karbon, hydrogen, oksigen dan nitrogen dengan rumus  $\text{CON}_2\text{H}_4$  atau  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  (Anonim, 2018 ). Urea digunakan sebagai sumber amonia karena bersifat alkali dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan karena sifatnya yang mudah hilang (menguap) dan dapat difiksasi oleh tanaman dan juga mikrobial (Sutrisno, 2002).

Urea mengandung nitrogen sebanyak 42 – 45% atau setara dengan protein kasar antara 262 – 281% (Belasco, 2000). Urea yang ditambahkan dalam ransum ruminansia dengan kadar yang berbeda-beda ternyata dirombak menjadi protein

oleh mikroorganisme rumen. Sejumlah protein dan urea dalam ransum nampaknya mempertinggi daya cerna sellulosa dalam hijauan (Anggorodi, 1979).

Fungsi urea pada proses pembuatan fermentasi adalah sebagai pensuplai  $\text{NH}_3$ , ini digunakan sebagai sumber energi bagi mikrobia dalam poses fermentasi, sehingga fungsi urea ialah tidak sebagai penambah nutrisi pakan melainkan berfungsi sebagai katalisator dalam proses fermentasi (Liptan, 2000). Menurut Lehninger (1991), apabila urea ditambahkan dalam pakan akan mengalami proses ureolitik menjadi  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$  oleh urease bakteri yang ada pada pakan. Bersama air pakan,  $\text{NH}_3$  membentuk basa  $\text{NH}_4\text{OH}$  sehingga mampu memasok N bagi bakteri rumen dan mampu melemahkan ikatan lignoselulosa

#### **D. Ammonium Sulfat**

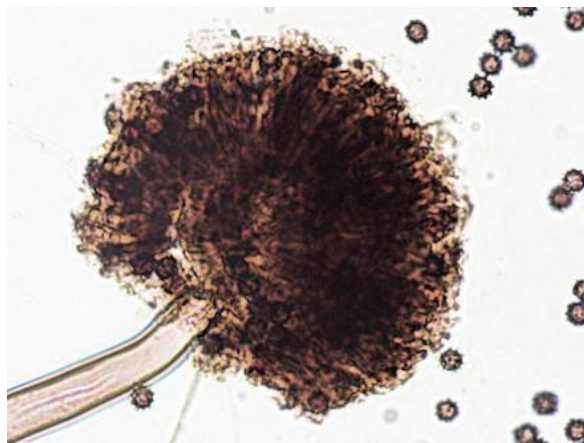
Sumber amonia yang murah dan mudah didapatkan di pasar adalah urea, Selama ini yang sering digunakan adalah urea padahal ada sumber amonia lain yang juga banyak di pasar adalah amonium sulfat. Bahan yang banyak sebagai sumber nitrogen adalah amonium nitrat, amonium sulfat, dan urea (Narasimha, *et al.*, 2006). Amonium sulfat sering juga disebut urea yang berfungsi sebagai sumber nitrogen untuk merangsang pertumbuhan dan aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Selain senyawa ini, bisa juga menggunakan ekstrak khamir, pepton, kalium nitrat dan amonium fosfat. Amonium sulfat harganya lebih murah dan mudah diperoleh. Kandungan nitrogen pada ammonium sulfat antara 20,5–21,0%, dan wujudnya berupa kristal atau umumnya berwarna putih.

Kelebihan amonium sulfat dibandingkan dengan garam lain yaitu memiliki kelarutan yang tinggi, tidak mempengaruhi aktivitas enzim, mempunyai daya pengendap yang efektif, mempunyai efek penstabil terhadap kebanyakan enzim, dapat digunakan pada berbagai pH, dan harganya yang terjangkau (Scopes, 2002).

Ammonium sulfat mempunyai rumus moekul  $(\text{NH}_4)^2\text{SO}_4$  termasuk garam anorganik. Ammonium sulfat akan terurai menjadi  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  oleh senyawa  $\text{H}_2\text{O}$  atau air (Holt dan Arnold, 1983). Kandungan sulfur pada ammonium sulfat mampu meningkatkan pencernaan selulosa oleh mikroba rumen, berkontribusi pada sintesis asam amino, terutama metionin dan sistein (Silva, *et al.*, 2014)

#### ***E. Aspergillus niger***

*Aspergillus niger* ( Gambar 1) termasuk fungi berfilamen penghasil selulase dan crude enzyme secara komersial serta penanganannya mudah dan murah. Fungi-fungi tersebut sangat efisien dalam memproduksi selulase (Hidayat, *et al.*, 2015).



Gambar 1. *Aspergillus niger* perbesaran 100 x 4 (Inspq, 2017)

*Aspergillus niger* merupakan suatu mikroorganisme dari kapang (fungi) yang sangat berpotensi mengekskresikan enzim selulase yang mampu menghidrolisa

selulosa dan lignin. Hasil hidrolisis akan bermanfaat sebagai pakan ternak dan energi. *Aspergillus niger* menghasilkan enzim selulolitik yang mampu mengkatalisis reaksi hidrolisis kristal selulosa. Enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri dan fungi di dalam fermentasi mampu memecah ikatan  $\beta$ -1,4 glukosida menjadi monomer glukosa (Kusumaningrum, *et al.*, 2017).

*Aspergillus niger* merupakan organisme yang dapat hidup dan berkembang di seluruh dunia (kosmopolit), di daerah tropis dan subtropis, mudah diisolasi dari tanah, udara, air, rempah-rempah, kapas, buah-buahan, gandum, beras, jagung, tebu, ketimun, kopi, teh, coklat serta serasah dedaunan. *Aspergillus niger* dapat tumbuh pada suhu 35°C-37°C (optimum), 6°C-8°C (minimum), 45°C-47°C (maksimum) dan memerlukan oksigen yang cukup (aerobik) (Wikipedia, 2018).

Proses fermentasi *A.niger* akan menghasilkan enzim amilolitik, proteolitik, dan lipolitik sehingga kualitas nutrisi limbah lebih baik. Selain itu menghasilkan enzim *xylanase* dan *sellulase* yang bisa menurunkan kandungan serat. Enzim-enzim tersebut yang mendegradasi komponen serat pada substrat menjadi senyawa yang lebih sederhana dan dapat digunakan oleh kapang itu sendiri untuk proses metabolisme tubuhnya. Penurunan lignoselulosa dapat terjadi karena dengan peningkatan jumlah inokulum *A. niger* maka kemampuan mendegradasi serat menjadi lebih tinggi. Hal ini dapat terjadi karena *A. niger* dapat menghasilkan enzim selulase yang merombak selulosa menjadi selubiosa hingga akhirnya menjadi glukosa sehingga meningkatkan energi dan mudah untuk dicerna (Indrayanti, 2013).

## **F. Fermentasi**

Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Proses fermentasi dibutuhkan starter sebagai mikroba yang akan ditumbuhkan dalam substrat. Starter merupakan populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi (Prabowo, 2011).

Tujuan dari fermentasi yaitu untuk mengubah selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui dipolimerisasi dan memperbanyak protein mikroorganisme (Eko, *et al.*, 2012). Semakin lama fermentasi menyebabkan meningkatnya kesempatan mikroba untuk melakukan pertumbuhan dan fermentasi sehingga semakin lama fermentasi maka kesempatan untuk mendegradasi bahan pakan semakin tinggi. Oleh karena itu semakin lama fermentasi maka serat kasar akan semakin menurun (Amin, *et al.*, 2016).

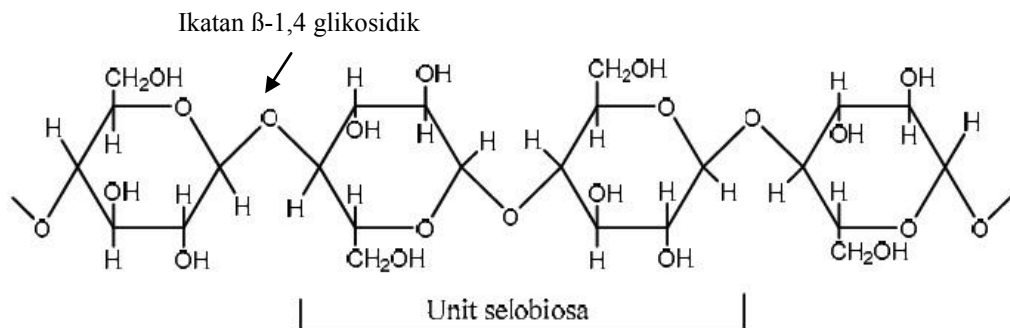
Kualitas pakan dapat meningkat dengan adanya perlakuan biologis seperti fermentasi, karena keterlibatan mikroorganisme dalam mendegradasi serat kasar, mengurangi kadar lignin dan senyawa anti nutrisi, sehingga nilai pencernaan pakan asal limbah dapat meningkat (Iqbal, *et al.*, 2016).

Proses fermentasi dapat meminimalkan pengaruh antinutrisi dan meningkatkan pencernaan bahan pakan. Keberhasilan suatu fermentasi media padat sangat tergantung pada kondisi optimum yang diberikan. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah komposisi substrat, dosis inokulum yang diberikan dan lama inkubasi yang dilakukan (Nuraini, *et al.*, 2012).



## G. Selulosa

Selulosa adalah polimer glukosa yang berbentuk rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik. Struktur yang linier menyebabkan selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut. Selulosa tidak mudah didegradasi secara kimia maupun mekanis. Di alam, biasanya selulosa berasosiasi dengan polisakarida lain seperti hemiselulosa atau lignin membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan (Holtzapple, *et al.*, 2003).



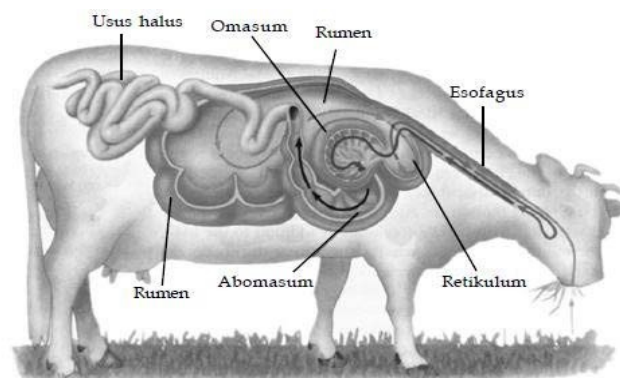
Gambar 2. Struktur Kimia Selulosa (Lehninger, 1993).

Ikatan  $\beta$ -1,4 glukosida pada serat selulosa dapat dipecah menjadi monomer glukosa dengan cara hidrolisis asam atau enzimatik. Kesempurnaan pemecahan selulosa pada saluran pencernaan ternak tergantung pada ketersediaan enzim pemecah selulosa yaitu selulase. Ternak ruminansia dengan bantuan enzim yang dihasilkan mikroba rumen dapat memanfaatkan selulosa sebagai sumber energi. Pencernaan selulosa dalam sel merupakan proses yang kompleks yang meliputi penempelan sel mikroba pada selulosa, hidrolisis selulosa dan fermentasi yang menghasilkan asam lemak (Sixta, 2006).

## H. Sistem Pencernaan Ternak Ruminansia

Sistem pencernaan pada ternak umumnya terdiri dari mulut, kerongkongan, lambung, usus kecil, usus besar dan anus. Namun kelebihan ternak ruminansia adalah memiliki empat lambung yaitu rumen, retikulum, omasum dan abomasum.

Bagian terbesar dari lambung ternak ruminansia adalah rumen, yang berfungsi sebagai tempat fermentasi. Rumen mengandung populasi mikrobial yang terdiri dari bakteri, protozoa, jamur dan ragi yang memfermentasikan makanan yang ditelan. Sumber utama energi yang diabsorpsi pada hewan ruminan adalah produksi akhir fermentasi, disebut asam lemak terbang. Fermentasi menghasilkan sejumlah gas, terutama karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan metana ( $\text{CH}_4$ ). Gas-gas ini dihilangkan melalui proses eruktasi (*bleaching*). Penghancuran makanan, terutama makanan kasar, menjadi partikel-partikel kecil untuk memudahkan proses fermentasi dilakukan melalui proses ruminasi. Bolus ingesta rumen dibentuk oleh otot pada bagian dasar esophagus, dimuntahkan dan dikunyah. Ruminansi atau memamahbiak merupakan karakteristik atau ciri-ciri dari semua hewan ruminan (Wahyuni, 2009).



Gambar 3. Sistem Pencernaan pada Ruminansia

Sistem pencernaan ruminansia mempunyai fungsi penggunaan/absorpsi hasil fermentasi mikrobial yang optimal. Keadaan ini memungkinkan ruminansia tidak tergantung sumber luar dari vitamin B-kompleks dan asam-asam amino. Kedudukan ternak ruminansia adalah menyediakan makanan bagi manusia dari sumber serat dan sumber non-protein dan tidak bersaing dengan manusia dalam hal makanannya. Pengetahuan fermentasi dalam rumen mengarah kepengertian yang mendalam mengenai peranan mikroflora dalam saluran pencernaan termasuk dari ternak dan spesies makhluk lain (Reksohadiprodo, 1988).

### **I. Teknik *In Vitro***

Metode *in vitro* adalah suatu metode pendugaan pencernaan secara tidak langsung yang dilakukan di laboratorium dengan meniru proses yang terjadi di dalam saluran pencernaan ruminansia. Pada prinsipnya metode *in vitro* meniru sistem pencernaan ruminansia (Tillman, *et al.*, 1991).

Metode *in vitro* dikembangkan untuk memperkirakan pencernaan dan tingkat degradasi pakan dalam rumen, dan mempelajari berbagai respon perubahan kondisi rumen. Metode ini biasa digunakan untuk evaluasi pakan meneliti mekanisme fermentasi mikroba dan untuk mempelajari aksi terhadap faktor antinutrisi, aditif dan suplemen pakan (Lopez, 2005). Menurut Crowder dan Cheda (1982), keberhasilan *in vitro* tergantung pada koreksi terhadap berbagai sumber kesalahan yang berasal dari variasi mikrobial, pH medium, preparasi sampel dan cara kerja. Faktor yang mempengaruhi *in vitro* antara lain pencampuran pakan, cairan rumen, pengontrolan temperatur, variasi waktu dan metode analisis.

Metode *in vitro* memakai dasar sistem pencernaan dua tahap. Tahap pertama meliputi perlakuan fermentasi bahan pakan termasuk hijauan dalam fermentasi *in vitro* menggunakan mikroba cairan rumen segar selama 48 jam. Pencernaan tahap kedua adalah pencernaan hidrolisis komponen bahan kering oleh pepsin.

Pencernaan tahap pertama mensimulasi pencernaan dalam rumen dan tahap kedua mensimulasi pencernaan yang terjadi di dalam organ alat pencernaan pasca rumen. Nilai koefisien cerna yang diperoleh dari teknik analisis *in vitro* tersebut mendekati hasil dengan sistem *in vivo* (Tilley dan Terry, 1963).

#### **J. Kecernaan Bahan Kering**

Kecernaan zat-zat makanan merupakan salah satu ukuran dalam menentukan kualitas suatu bahan pakan. Kecernaan dapat diukur dengan teknik fermentasi *in vitro* menurut Tilley dan Terry (1963). Kecernaan merupakan pencerminan dari jumlah nutrisi dalam bahan pakan yang dapat dimanfaatkan oleh 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. Tinggi rendahnya kecernaan bahan pakan memberi arti seberapa besar bahan pakan itu mengandung zat-zat makanan dalam bentuk yang dapat dicerna dalam saluran pencernaan (Ismail, 2011).

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 (Mc Donald, *et al.*, 2002).

Daya cerna juga merupakan presentasi nutrien yang diserap dalam saluran pencernaan yang hasilnya akan diketahui dengan melihat selisih antara jumlah nutrisi yang dimakan dan jumlah nutrien yang dikeluarkan dalam feses (Anggorodi, 1984). Faktor-faktor yang mempengaruhi daya cerna bahan pakan adalah suhu, laju perjalanan melalui alat pencernaan, bentuk fisik dari pakan, komposisi ransum dan pengaruh perbandingan dengan zat lainnya, komposisi kimia bahan, daya cerna semu protein kasar, penyiapan pakan (pemotongan, penggilingan, pemasakan, dan lain-lain), jenis ternak, umur ternak, dan jumlah ransum (Tillman, *et al.*, 1991).

Kecernaan bahan kering suatu bahan pakan adalah kecernaan bahan organik dan anorganik bahan pakan tersebut. Kecernaan bahan kering yang tinggi menunjukkan tingginya nutrien yang dicerna. Semakin tinggi nilai kecernaan suatu bahan pakan, berarti semakin tinggi kualitas bahan pakan tersebut (Yulianto, *et al.*, 2015). Sutardi (1979), menyatakan bahwa kecernaan bahan kering dipengaruhi oleh kandungan protein pakan, karena setiap sumber protein memiliki kelarutan dan ketahanan degradasi yang berbeda-beda. Kecernaan bahan kering merupakan faktor penting yang dapat menentukan nilai pakan. Setiap jenis ternak ruminansia memiliki mikroba rumen dengan kemampuan yang berbeda-beda dalam mendegradasi ransum, sehingga mengakibatkan perbedaan kecernaan.

#### **K. Kecernaan Bahan Organik**

Bahan organik merupakan bahan kering yang telah dikurangi abu, komponen bahan kering bila difermentasi di dalam rumen akan menghasilkan asam lemak terbang yang merupakan sumber energi bagi ternak. Nilai kecernaan bahan

organik (KBO) didapatkan melalui selisih kandungan bahan organik (BO) awal sebelum inkubasi dan setelah inkubasi, proporsional terhadap kandungan BO sebelum inkubasi tersebut (Blummel, *et al.*, 1997).

Kecernaan bahan organik terdiri atas pencernaan karbohidrat, protein, lemak dan vitamin serta erat kaitannya dengan kandungan bahan anorganik (abu). Kecernaan bahan organik dapat dipengaruhi oleh kandungan abu. Jika kandungan abu tinggi akan mengakibatkan kandungan bahan organik menjadi lebih rendah (Yulianto *et al.*, 2015). Bahan-bahan organik yang terdapat dalam pakan tersedia dalam bentuk tidak larut, oleh karena itu diperlukan adanya proses pemecahan zat-zat tersebut menjadi zat-zat yang mudah larut. Faktor yang mempengaruhi pencernaan bahan organik adalah kandungan serat kasar dan mineral dari bahan pakan. Kecernaan bahan organik erat kaitannya dengan pencernaan bahan kering, karena sebagian dari bahan kering terdiri dari bahan organik (Ismail, 2011).

Kecernaan bahan organik sangat erat kaitannya dengan pencernaan bahan kering, karena bahan kering terdiri atas bahan organik dan anorganik. Sehingga jika bahan kering menurun akan mengakibatkan penurunan bahan organik, demikian juga sebaliknya (Aprianto, *et al.*, 2016). Akan tetapi nilai pencernaan bahan organik lebih tinggi dibanding dengan nilai pencernaan bahan kering, hal ini disebabkan pada bahan kering masih terdapat kandungan abu, sedangkan pada bahan organik tidak mengandung abu, sehingga bahan tanpa kandungan abu relative lebih mudah dicerna (Fathul dan Wajizah, 2010).

Nilai pencernaan bahan organik lebih kecil dibandingkan dengan nilai pencernaan bahan kering. Hal ini diduga karena kandungan bahan anorganik atau mineral pakan lebih tinggi. Kecernaan mineral yang tinggi akan menyebabkan nilai pencernaan bahan organik lebih rendah dibandingkan pencernaan bahan kering (Simanhuruk, *et al.*,2010).

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2018-- Maret 2019, bertempat di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Universitas Lampung. Pembuatan inokulum kapang *Aspergillus niger* dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung. Analisis pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik secara *in vitro* dilakukan di Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor .

#### **B. Alat dan Bahan Penelitian**

##### **B.1. Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit kopi, urea, ammonium sulfat, dan kultur/biakan murni *Aspergillus niger*, bahan-bahan uji pencernaan *in vitro* seperti : aquadest, larutan Mc Daughall suhu 39°C dengan pH 6,5--6,9, larutan pepsin HCl, gas CO<sub>2</sub>, HgCl<sub>2</sub> jenuh, dan cairan rumen sapi segar dengan suhu 39°C berasal dari RPH, bahan pembuatan inokulum kapang seperti: spora *Aspergillus niger*, beras, dan air. Bahan analisis proksimat seperti : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat,



H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> standar, NaOH, indicator PP (Phenol Phtalein 0.1%), chloroform dan aseton.

## **B.2. Alat Penelitian**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan digital, timbangan analitik, karung plastik, alat pemotong, tali, terpal, serta alat analisis uji pencernaan *in vitro* seperti : tabung kaca pyrex volume 100 ml dan tutup karet berventilasi, *shaker waterbath* suhu air 39--40°C , tabung gas CO<sub>2</sub>, sentrifuge, kertas saring Whatman no. 41, dan pompa vakum, alat pembuatan inokulum kapang dan fermentasi biologi seperti: baskom plastik, nampan, jarum ose, botol, laminar, dan bunsen, alat analisis proksimat seperti : oven 105°C, tanur listrik 600°C, kertas saring Whatman no. 41, cawan porselen, labu Erlenmeyer, alat destilasi, kertas lakmus, tang penjepit, botol semprot, cawan porselen, labu kjeldahl, alat kjeldahl apparatus, gelas ukur, alat titrasi, pipet tetes dan desikator.

## **C. Rancangan Percobaan**

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 macam perlakuan dengan 3 ulangan sehingga ada 12 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan, yaitu:

P1 = kulit kopi tanpa fermentasi

P2 = kulit kopi + 4% urea

P3 = kulit kopi + 1,5% ammonium sulfat

P4 = kulit kopi + 5 gram *Aspergillus niger*

P1U2	P1U1	P3U2	P3U1
P4U2	P2U2	P4U3	P2U1
P2U3	P4U1	P3U3	P1U3

Gambar 4. Tata letak amoniasi dan fermentasi kulit kopi

Tabel 1. Kandungan nutrisi hasil amoniasi dan fermentasi berdasarkan bahan kering

Perlakuan	Kandungan Nutrisi (%BK)						
	BK	Abu	PK	SK	LK	BETN	BO
P1	99,05	6,41	12,73	31,45	7,01	41,46	93,59
P2	98,93	5,85	20,28	24,22	4,44	44,14	94,15
P3	98,96	6,40	16,27	28,41	5,68	42,21	93,60
P4	97,67	7,39	14,10	29,61	6,49	40,09	92,61

Keterangan : Analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

- BK : Bahan kering
- PK : Protein kasar
- SK : Serat kasar
- LK : Lemak kasar
- BETN : Bahan ekstrak tanpa nitrogen
- BO : Bahan organik

#### D. Peubah yang Diamati

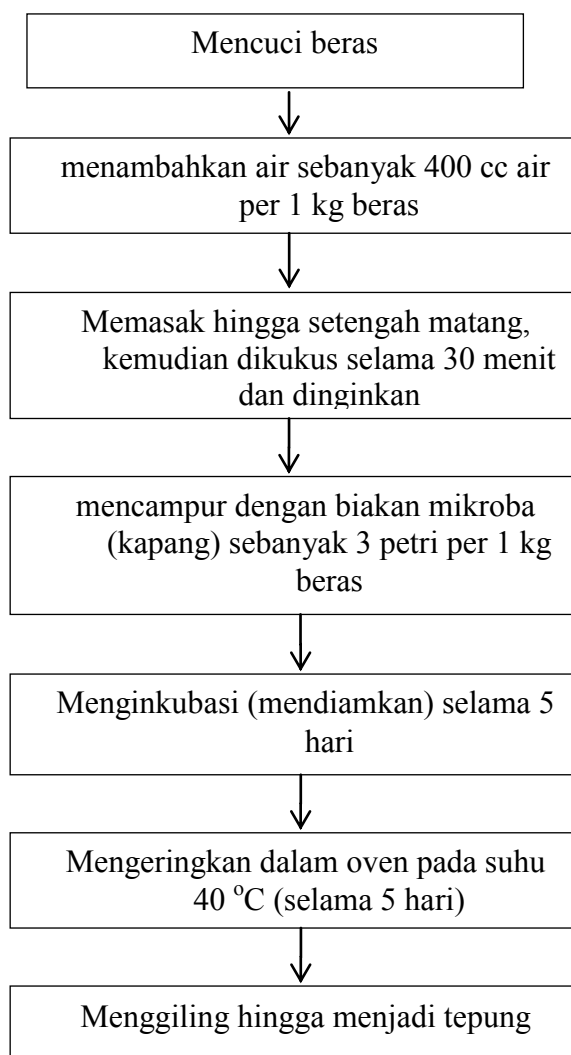
Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah pencernaan bahan kering (KcBK) dan pencernaan bahan organik (KcBO), fermentasi kulit kopi menggunakan urea, ammonium sulfat dan *Aspergillus niger* secara *in vitro*.

## E. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui lima tahap, yaitu tahap pertama pembuatan inokulum murni kapang, amoniasi kulit kopi, fermentasi kulit kopi, persiapan sampel analisis, dan tahap terakhir analisis pencernaan secara *in vitro*.

### E.1. Tahap Persiapan Perbanyakan Mikroba

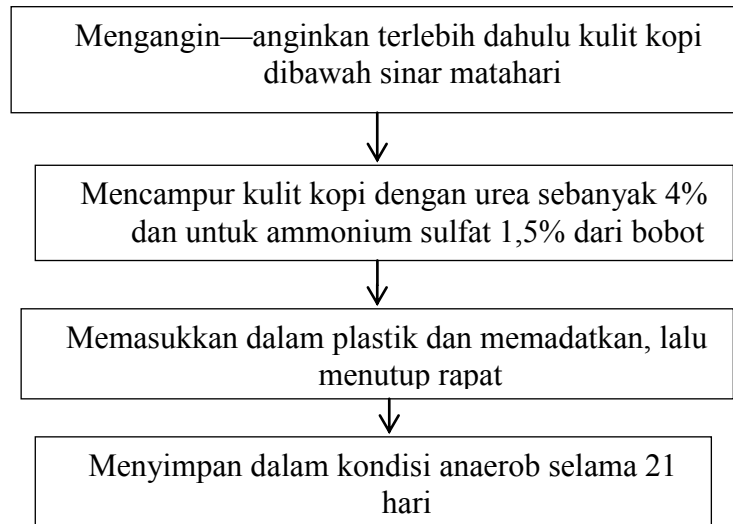
Adapun perbanyakan mikroba *Aspergillus niger* melalui prosedur Palinggi (2009) sebagai berikut :



Gambar 5. Skema perbanyakan mikroba

## E.2. Amoniasi Kulit Kopi

Adapun prosedur amoniasi kulit kopi yaitu:

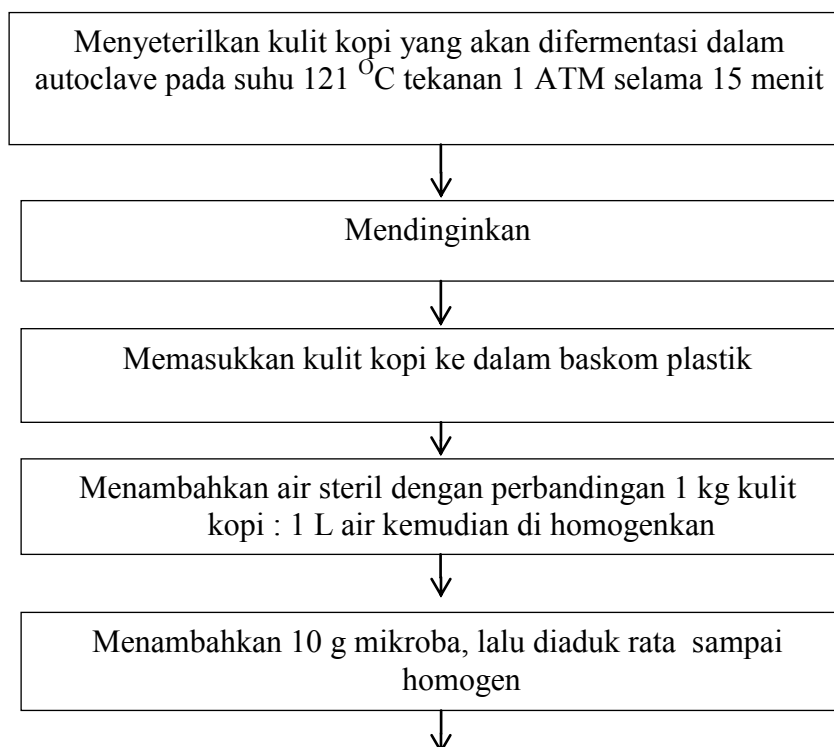


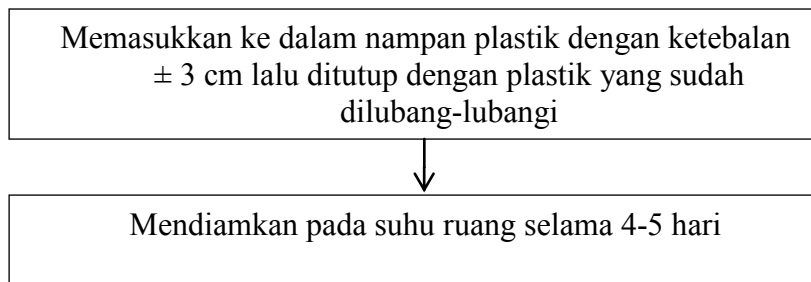
Gambar 6. Skema amoniasi kulit kopi

## E.3. Fermentasi Kulit Kopi

Adapun fermentasi kulit kopi menggunakan *Aspergillus niger* melalui prosedur

Palinggi (2009) sebagai berikut :

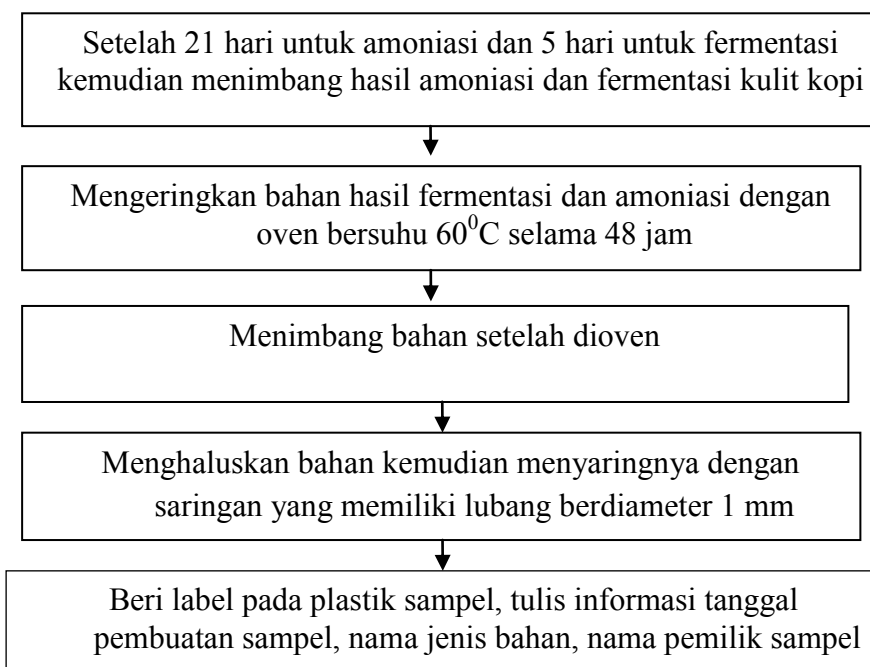




Gambar 7. Skema fermentasi kulit kopi menggunakan *Aspergillus niger*

#### E.4. Tahap persiapan sampel

Tahapan persiapan sampel analisis adalah sebagai berikut:



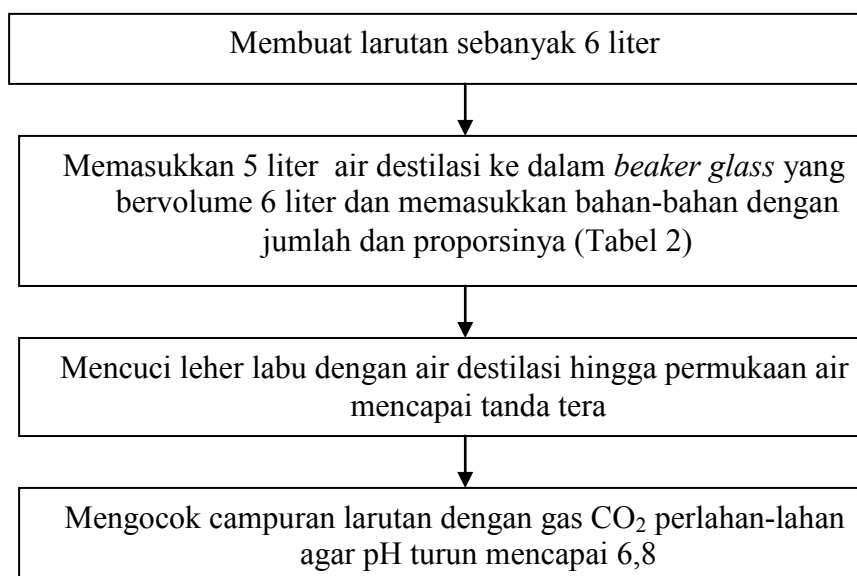
Gambar 8. Skema persiapan sampel analisis

### E.5. Tahap Analisis Kecernaan Secara *In Vitro*

Tahapan-tahapan dalam pelaksanaan kecernaan secara *in vitro* adalah sebagai berikut:

#### E.5.A. Pembuatan larutan *Mc Dougal* (saliva buatan) :

Langkah-langkah pembuatan larutan *Mc Dougal* (saliva buatan) yaitu:



Gambar 9. Skema pembuatan larutan *Mc Dougal* (saliva buatan)

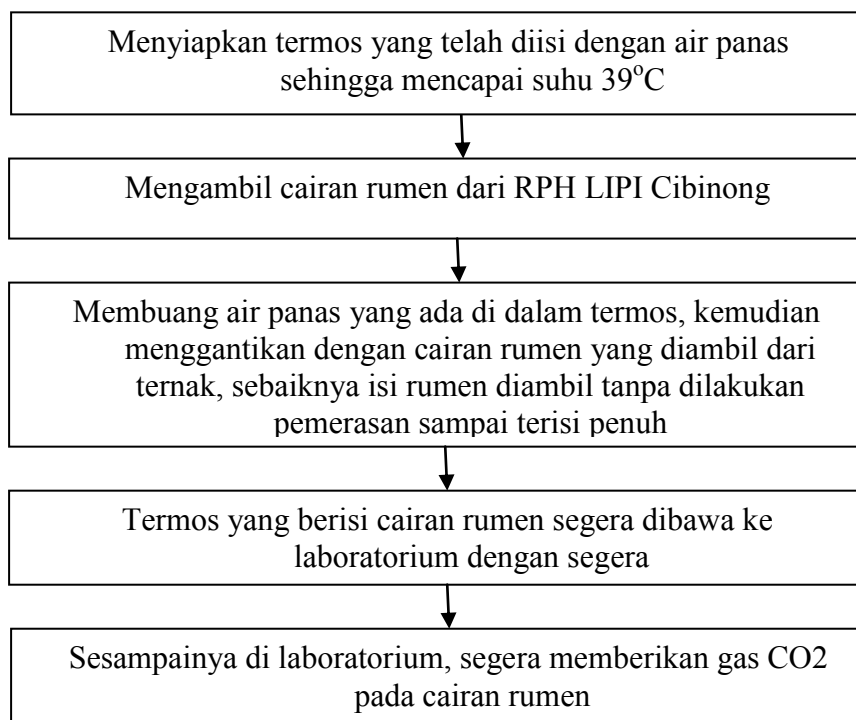
Tabel 2. Bahan pembuatan larutan *Mc Dougal* (saliva buatan)

No	Bahan	Jumlah (gram)
1	Na HCO <sub>3</sub>	58,8
2	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	42,0
3	KCl	3,42
4	NaCl	2,82
5	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,72
6	CaCl <sub>2</sub>	0,24

Keterangan : Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Bogor, Institut Pertanian Bogor

### E.5.B. Pengambilan Cairan Rumen

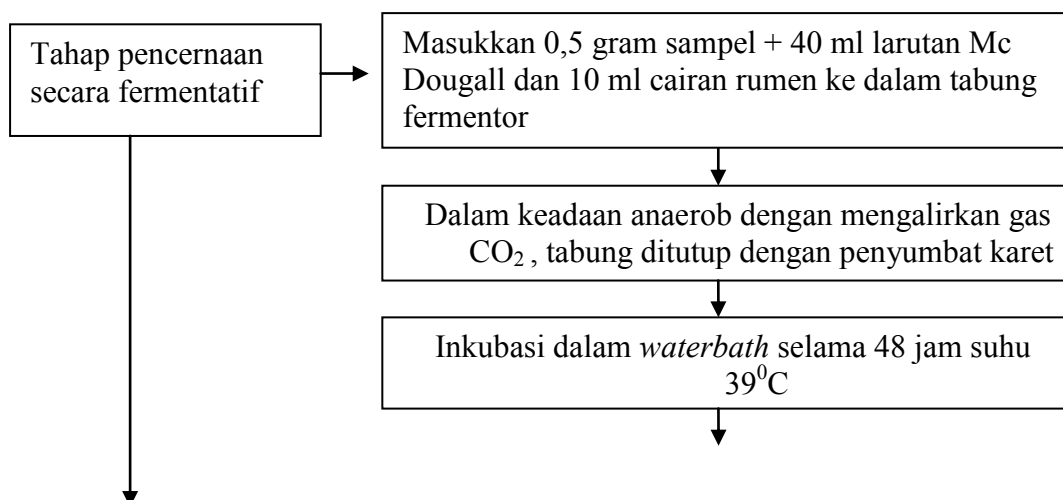
Langkah-langkah pengambilan cairan rumen sebagai berikut :

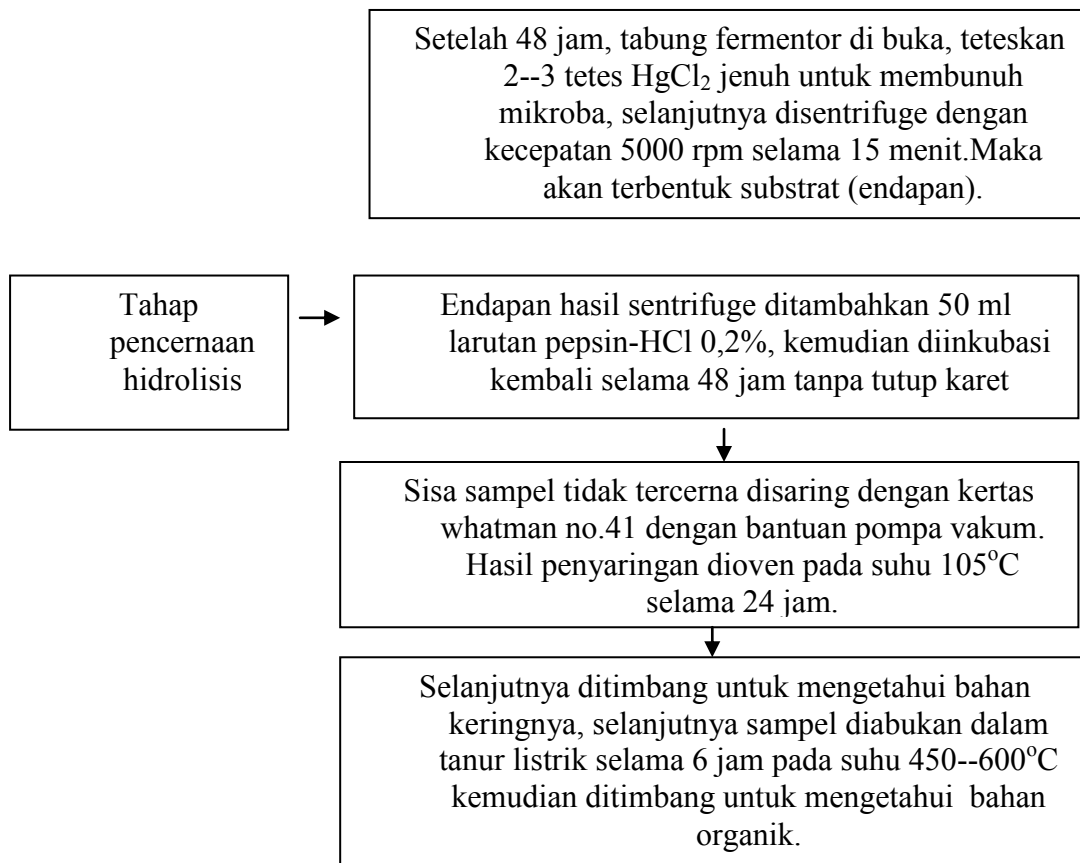


Gambar 10. Skema pengambilan cairan rumen

### E.5.C. Uji Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik secara *In Vitro*

Prosedur uji kecernaan secara *in vitro* (Tilley dan Terry, 1963) adalah sebagai berikut:





Gambar 11. Skema uji kecernaan secara *in vitro*

Kecernaan secara *in vitro* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{KcBK (\%)} = \frac{\text{BK awal} - (\text{BK residu} - \text{BK blanko})}{\text{BK awal}} \times 100\%$$

$$\text{KcBO (\%)} = \frac{\text{BO awal} - (\text{BO residu} - \text{BO blanko})}{\text{BO awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

KcBK = kecernaan bahan kering (%)

KcBO = kecernaan bahan organik (%)

BK = bahan kering (g)

BO = bahan organik (g)



## F. Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA (Analisis of Varians) dengan bentuk linier dari Rancangan Acak Lengkap dengan Model Tetap (Hanafiah, 2000) sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  = data hasil pengamatan pada perlakuan ke-  $i$  ulangan ke  $j$ ;

$\mu$  = nilai sebenarnya tanpa pengaruh perlakuan dan pengaruh galat acak;

$\tau_i$  = pengaruh taraf perlakuan ke- $i$  ulangan ke- $j$

$\epsilon_{ij}$  = galat pada taraf perlakuan ke- $i$  dan ke- $j$

Apabila data yang dianalisis berpengaruh nyata pada taraf nyata 1% dan atau 5% maka dilanjutkan Uji Beda Nyata Terkecil ( Uji BNT).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) perlakuan secara kimiawi (urea dan ammonium sulfat) serta biologi (kapang) terhadap nilai pencernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro*;
2. Perlakuan secara kimiawi dengan penambahan urea 4% memiliki nilai pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik terbaik yaitu diperoleh nilai pencernaan bahan kering sebesar 44,51% dan pencernaan bahan organik sebesar 42,16% .

### B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis menyarankan bahwa:

1. Perlakuan amoniasi dengan sumber amonium sulfat hanya diberikan sebanyak 1,5% dari berat kulit kopi. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang jumlah pemberian amonium sulfat lebih dari 1,5% pada amoniasi kulit kopi agar dihasilkan nilai pencernaan yang terbaik.

2. Uji pencernaan yang dilakukan masih menggunakan metode *in vitro* sebaiknya dilakukan uji pencernaan secara *in vivo* agar didapatkan hasil nilai pencernaan bahan kering dan nilai pencernaan bahan organik yang lebih nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggorodi. 1979. Ilmu Makanan Ternak Umum. PT. Gramedia. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1984. Ilmu Makanan Ternak Umum. PT. Gramedia. Jakarta.
- Amin, M., S.D. Hasan, O.Yanuarianto, M. Iqbal dan I. W. Karda. 2016. Peningkatan kualitas jerami padi menggunakan teknologi amoniasi fermentasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia* 2 (1) : 96--103.
- Apriyanto, S. A., Asril dan Y. Usman. 2016. Evaluasi pencernaan *in vitro complete feed* fermentasi berbahan dasar ampas sagu dengan teknik fermentasi berbeda. *JIM Pertanian Unsyiah – PET*. 1 (1) : 808--815.
- Belasco, M.E. and C. G. Olentine. 2000. *Feeds and Nutrition Complete*. The Ensminger Publishing Company. Clovis. California. U.S.A.
- Blummel, M., H. Steingass and K. Becker. 1997. The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and 15 N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of rougha ges. *Brit. Jour. of Nutr.* 77 (5) : 911--921.
- Crowder, L.V. and H. R. Cheda. 1982. *Tropical Grassland Husbandry*. Longman Group. New York.
- Eko, D., M. Junus dan M. Nasich. 2012. Pengaruh Penambahan Urea Terhadap Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Padatan Lumpur Organik Unit Gas Bio. Tesis. Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang.
- Fathul, F. dan S. Wajizah. 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.
- Frazier, W.C. and Westhoff. 1981. *Food Microbiologi*. 3<sup>th</sup> Ed. Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.
- Febriyani, W. *Unpublish*. Pengaruh Pengolahan Kulit Kopi Secara Kimiawi (Amoniasi) dan Biologi (Kapang) Terhadap Kadar VFA dan NH<sub>3</sub> (*In Vitro*).

- Guntoro, S., M. Raiyasa, Rubiyo dan I.N. Suyasa. 2004. Optimalisasi integrasi usaha tani kambing dengan tanaman kopi. Pros. Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-Ternak. Puslitbang Perternakan, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali dan CASREN: 389--395.
- Hanafi. 2008. Teknologi Pengawetan Pakan Ternak. USU Repository. Medan.
- Harahap, N., E. Mirwandhono dan N.D. Hanafi. 2017. Uji pencernaan bahan kering, bahan organik, kadar  $\text{NH}_3$  dan VFA pada pelepah daun sawit terolah pada sapi secara *in vitro*. J. Peternakan 1 (1) : 13--21.
- Hidayat, C., S. Darmasiwi, M. Nurikasari and M. N. Cahyanto. 2015. Characterization of *Aspergillus niger* lipase from solid-state fermentation using *Jatropha* seed cake medium. Indonesian Journal of Biotechnology. I.J. Biotech 20 (2) : 108--116.
- Holt, G. J. and Arnold, C. R. 1983. Effects of ammonia and nitrite on growth and survival of red drum eggs and larvae. Trans. Am. Fish. Soc. 112 : 314--318.
- Holtzaple., M. Mosier., N. Wyman., C. Dale., B. Elander., R. Lee. and L. Michael. 2003. Features of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass. Purdue University.
- Indrayanti, N. dan Rakhmawati. 2013. Peningkatan kualitas nutrisi limbah kulit buah kakao dan daun lamtoro melalui fermentasi sebagai basis protein pakan ikan nila. Jurnal Penelitian Pertanian Terapan 13 (2) : 108--115.
- Inspq. 2017. <https://www.inspq.qc.ca/en/moulds/fact-sheets/aspergillus-niger>. Diakses pada 10 November 2018.
- Ismail, R. 2011. Kecernaan *In Vitro*. <http://rismanismail2.wordpress.com/2011/05/22/nilai-kecernaan-part-4/#more-310>. Diakses pada 10 November 2018.
- Iqbal, Z., Y. Usman dan S. Wajizah. 2016. Evaluasi kualitas jerami padi dengan tingkat penggunaan EM-4 yang berbeda. JIM. Pertanian Unsyiah – PET. 1 (1) : 655--664.
- Kusumaningrum, C.E., A. P. Yunisa, N. Mulyana dan S. Suharyono. 2017. Pengaruh penambahan *Aspergillus niger* iradiasi sinar gamma dosis rendah pada jerami padi fermentasi dan evaluasi kualitasnya sebagai pakan ternak ruminansia secara *in vitro*. Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi A Scientific Journal for The Applications of Isotopes and Radiation 13 (1) : 23--30.
- Komar, A. 1984. Teknologi Pengolahan Jerami Sebagai Makanan Ternak. Yayasan Dian Grahita. Bandung.

- Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Kimia. 2014. Hasil Analisis Proksimat Kulit buah Kopi, Ampas Sagu dan Jagung. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau. Pekanbaru.
- Laboratorium Nutrisi dan Pakan. 2013. Hasil Analisis Kandungan Nutrien Kulit Kopi. IPB. Bogor.
- Lehninger, W. W. 1991. Dasar – Dasar Biokimia I. Erlangga. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1993. Dasar – Dasar Biokimia I, II, III. Erlangga. Jakarta.
- Londra, I. M. dan K. B. Andri. 2007. Potensi pemanfaatan limbah kopi untuk pakan penggemukan kambing peranakan Etawah. Seminar Nasional Inovasi untuk Petani dan Peningkatan Daya Saing Produk Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian: 536--542.
- Lopez, S. 2005. *In vitro* and *In situ* techniques for estimating digestibility. Dalam J. Dijkstra, J. M. Forbes, and J. France (Eds). Quantitative Aspect of Ruminant Digestion and Metabolism. 2<sup>nd</sup> Edition. ISBN 0-85199-8143. CABI Publishing. London.
- Liptan, S. R. 2000. Pembuatan Silase Hijauan. Universitas Andalas. Sumatra Barat.
- Mastika, I. M. 2011. Potensi Limbah Pertanian dan Industri Pertanian serta Pemanfaatannya untuk Pakan Ternak. Penerbit Universitas Udayana. Bali.
- Mayasari, N. 2009. Pengaruh Penambahan Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffeacaneophora*) Produk Fermentasi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Dalam Ransum Terhadap Konsentrasi VFA dan NH<sub>3</sub> (*In Vitro*). KPP Ilmu Hayati LPPM ITB. Bandung.
- Mazzafera, P. 2002. Degradation of caffeine by microorganisms, and potential use of decaffeinated coffee husk and pulp in animal feeding. *Scientia Agricola* 59 (4) : 815--821.
- Mc. Donald, P., R. A. Edward., J. F. D. Greenhalgh and C. A. Morgan. 2002. *Animal Nutrition*. 6<sup>th</sup> Edition. Ashford Colour Press. Gosport.
- Narasimha, G., Sridevi, A., Viswanath, B., Subosh, C.M and Rajasekhar, R.B. 2006. Nutrient effects on production of cellulolytic enzymes by *Aspergillus niger*. *Afr. J. Biotechnol* 5 (5) : 472--476.
- Nuraini, Sabrina and S.A. Latif. 2012. Fermented product by monascus purpureus in poultry diet : effects on laying performance and egg quality. *Pakistan Journal of Nutrition* 11 (7): 507--510.

- Pitriyatin. 2010. Peningkatan Protein Onggok-Urea-Zeolit Yang Difermentasikan Oleh *Aspergillus niger* (Cassabio) dengan Penambahan Ammonium Sulfat Sebagai Sumber Sulfur. Skripsi. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.
- Porres, C., Alvares, D. and Calzada, J. 1993. Caffeine reduction in coffe pulp trough silage. *Biotechnology Advantages* 11 : 519--523.
- Prabowo, A. 2011. Pengawetan Dedak Padi dengan Cara Fermentasi. Available at <http://sumsel.litbang.deptan.go.id/index.php/component/content/article/53-it-1/206-dedak-padi>. Diakses pada tanggal 10 November 2018.
- Rahardi, S. 2009. Pembuatan Amoniasi Jerami Padi Sebagai Pakan Ternak. <http://ilmuternak.com>. Diakses pada tanggal 10 November 2018.
- Reksohadiprodo, S. 1998. Pakan Ternak Gembala. BPFE. Yogyakarta.
- Regan. 1997. *Animal Nutrition in Tropic*. Vikas Publishing Hou. New York.
- Riswandi, Muhakka dan M. Lehan. 2015. Evaluasi nilai pencernaan secara *in vitro* ransum ternak sapi bali yang disuplementasi dengan probiotik bioplus. *Jurnal Peternakan Sriwijaya* 4 (1) : 35--46.
- Silva, C. J., F. D. P. Leonel, J. C. Pereira, M. G. Costa, L. M. Moreira, T. S. D. Oliveira and C. L. D. Abreu. 2014. Sulfur sources in protein supplements for ruminants. *J. R. Bras. Zootec.* 43(10) : 537--543
- Simanhuruk, K. dan J. Sirait. 2010. Silase kulit buah kopi sebagai pakan dasar pada kambing boerka sedang tumbuh. *Jurnal Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* : 557--566.
- Sixta, H. 2006. *Handbook of Pulp*. Willey-VCH Verlag GmbH and co. Lenzig.
- Scopes, R. K. 2002. *Enzyme Activity and Assays*. Mcmillan Publishers Ltd.
- Setyono, H., R. S. Kusningrum, Mustikoweni, T. Nurhajati, R. Sidik, A. Al-Arief, M. Lamid dan W. P. Lokapirnasari. 2009. *Teknologi Pakan Hewan*. Departemen Peternakan. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Sumasprastowo, C.D.A. 1993. *Ternak Domba Pedaging dan Wol*. Bhrata Karya Aksara. Jakarta.
- Suprpto, H., F.M. Suhartini dan T. Widiyastuti. 2013. Kecernaan serat kasar dan lemak kasar complete feed limbah jerami dengan sumber protein berbeda pada kambing peternakan etawa lepas sapih. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 1 (3) : 938--946.
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. UNESA University Press. Surabaya.

- Sutardi, T. 1979. Ketahanan Protein Bahan Makanan terhadap Degradasi Mikroba Rumen dan Manfaatnya bagi Peningkatan Produktivitas Ternak. Prosiding Seminar Penelitian dan Penunjang Peternakan. LPP Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sutrisno, O. 2002. Pengaruh Pupuk Fosfor dan Kalium Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah di Lahan Kering. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Tilley, J. M.A. and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of British Grassland* 18 : 104--111.
- Tillman, D.A., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo dan S. Lebdosoekojo. 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Usman dan Yunasri. 2013. Pemberian kulit biji kopi dalam ransum sapi aceh terhadap pencernaan secara *In vitro*. *Agripeternakan* 13 (1) : 49--52.
- Van Soest, P.J. 1982. *Nutritional Ecology of The Ruminant Metabolism Chemistry and Forage and Plant Fiber*. Cornell University. Oregon. USA.
- Wahyuni, T. H. 2009. Bahan Pakan Ternak. Buku Ajar Departemen Peternakan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Widyotomo, S. 2013. Potensi teknologi diversifikasi limbah kopi menjadi produk bermutu dan bernilai tambah. *Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia* 1 (1) : 63--80.
- Wikipedia. 2018. <https://id.wikipedia.org/wiki/Urea>. Diakses pada 10 November 2018.
- \_\_\_\_\_. 2018. [https://id.wikipedia.org/wiki/Aspergillus\\_niger](https://id.wikipedia.org/wiki/Aspergillus_niger). Diakses pada 10 November 2018.
- Yuliarto. 2015. Kecernaan bahan kering dan bahan organik (*in vitro*) batang pisang (*Musa paradisiaca*) produk ensilase dengan penambahan sumber nitrogen dan sulfur sebagai pakan sapi. *Jurnal Unpad* 4 (2) : 1--15.
- Zainuddin, D. dan T. Murtisari. 1995. Penggunaan limbah agro-industri buah kopi (kulit buah kopi) dalam ransum ayam pedaging (Broiler). Pros. Pertemuan Ilmiah Komunikasi dan Penyaluran Hasil Penelitian. Sub Balai Penelitian Ternak Klepu. Puslitbang Peternakan. Badan Litbang Pertanian. Semarang.