

**PENGARUH AMONIASI DAN FERMENTASI MENGGUNAKAN
ASPERGILLUS NIGER PADA KULIT KOPI TERHADAP
VFA TOTAL DAN NH₃ CAIRAN RUMEN SAPI
SECARA *IN VITRO***

(Skripsi)

Oleh

WIDYA FEBRIYANI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PENGARUH AMONIASI DAN FERMENTASI MENGGUNAKAN *ASPERGILLUS NIGER* PADA KULIT KOPI TERHADAP VFA TOTAL DAN NH₃ CAIRAN RUMEN SAPI SECARA *IN VITRO*

Oleh

WIDYA FEBRIYANI

Tujuan dari penelitian ini adalah 1) mengetahui pengaruh amoniasi dan fermentasi kulit kopi menggunakan *Aspergillus Niger* dibandingkan dengan kulit kopi tanpa perlakuan terhadap VFA total dan NH₃ cairan rumen sapi; 2) mengetahui perlakuan terbaik kualitas nutrisi kulit kopi amoniasi maupun fermentasi menggunakan *Aspergillus Niger* terhadap VFA total dan NH₃ cairan rumen sapi. Penelitian ini dilaksanakan pada 31 Desember 2018—1 Maret 2019 di Laboratorium 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), amoniasi kulit kopi dengan urea 4% (P2), amoniasi kulit kopi dengan ammonium sulfat 1,5% (P3), amoniasi kulit kopi dengan *Aspergillus niger* 5 gram (P4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan amoniasi dan fermentasi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap VFA total dan NH₃ cairan rumen sapi. Perlakuan terbaik pada penelitian terdapat pada amoniasi kulit kopi menggunakan urea 4%

Kata kunci : amoniasi, fermentasi, kulit kopi, NH₃ dan VFA.

ABSTRACT

THE EFFECT AMMONIATION AND FERMENTATION USING *ASPERGILLUS NIGER* OF COFFEE HUSK ON VFA TOTAL AND NH₃ OF *IN VITRO* RUMEN FERMENTATION

by

WIDYA FEBRIYANI

This research aim to 1) knowing the effect of ammoniation and fermentation using *Aspergillus Niger* of coffee husk which compare coffee husk without treatment on VFA total and NH₃ of rumen fermentation; 2) knowing the best treatment of the quality nutrition on coffee husk ammoniation or fermentation using *Aspergillus Niger* on VFA total and NH₃ of rumen fermentation. The research was conducted on 31th of December 2018 until 01st of March 2019 at the Laboratory of 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 completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. The treatments given in this study were coffee husk without treatment (P1), coffee husk ammoniated with 4% urea (P2), coffee husk ammoniated with 1.5% ammonium sulfate (P3), coffee husk with *Aspergillus niger* 5 grams (P4). The results showed that ammoniation and fermentation treatment have significantly affected ($P < 0,01$) on VFA total and NH₃ of rumen fermentation. Best treatment of this research was coffee husk ammoniated with 4% urea.

Keywords: ammoniation, coffee husk, fermentation, NH₃ and VFA.

**PENGARUH AMONIASI DAN FERMENTASI MENGGUNAKAN
ASPERGILLUS NIGER PADA KULIT KOPI TERHADAP
VFA TOTAL DAN NH₃ CAIRAN RUMEN SAPI
SECARA *IN VITRO***

(Skripsi)

Oleh

WIDYA FEBRIYANI

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
Sarjana Peternakan

Pada

Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

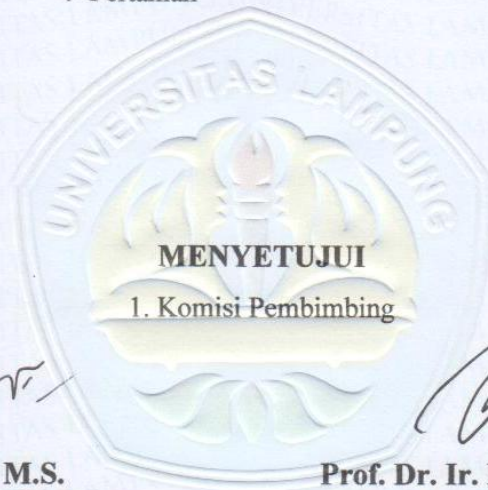
Judul Skripsi : **PENGARUH AMONIASI DAN FERMENTASI
MENGUNAKAN *ASPERGILLUS NIGER* PADA
KULIT KOPI TERHADAP VFA TOTAL DAN NH₃
CAIRAN RUMEN SAPI SECARA *IN VITRO***

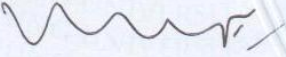
Nama Mahasiswa : **Widya Febriyani**

No. Pokok Mahasiswa : 1514141027

Jurusan : Peternakan

Fakultas : Pertanian




Dr. Ir. Erwanto, M.S.
NIP 19610225 198603 1 004


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

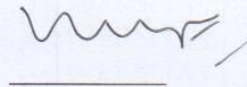
2. Ketua Jurusan Peternakan


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

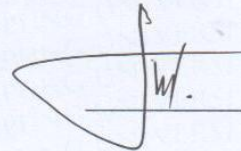
Ketua : **Dr. Ir. Erwanto, M.S.**



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



Penguji
Bukan Pembimbing : **Liman, S.Pt., M.Si.**



Dekan Fakultas Pertanian

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

NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **24 Juni 2019**

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada 06 Februari 1998 di Gadingrejo, Kabupaten Pringsewu, Lampung dari ayah Sunarwoto dan ibu Isnaeni Wahyu Ningsih. Penulis merupakan putri kedua dari dua bersaudara.

Tahun 2015 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Gadingrejo dan pada tahun yang sama lulus Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) di Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menerima beasiswa Bank Indonesia dan PPA. Selama masa studi, penulis pernah menjabat sekretaris bidang Penelitian dan Pengembangan Himpunan Mahasiswa Peternakan (HIMAPET) 2016/2017 , 2016/2017 sebagai staff HRD UKM-U English Society Unila, 2016/2017 sebagai Duta Mahasiswa Pertanian Universitas Lampung, 2017/2018 sebagai anggota bidang Penelitian dan Pengembangan Himpunan Mahasiswa Peternakan (HIMAPET), 2017/2018 sebagai bendahara umum UKM-U English Society Unila. Pada 2018 penulis melaksanakan Praktik Umum di Mt. Sanford *Station*, Australia melalui program NTCA Indonesia Pastoral Program (NIAPP). Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Tatalaksana Padang Pengembalaan pada 2017/2018, pada 2018/2019 menjadi asisten praktikum mata kuliah Teknologi Pengolahan Pakan dan Mikrobiologi Ternak.

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

Orang tuaku, kakak-kakakku dan seluruh keluarga besarku, seluruh sahabatku, orang-orang yang menyayangiku, serta almamater tercinta yang selalu kebanggakan.

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

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

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum kaum itu sendiri mengubah apa yang ada pada diri mereka” (Ar-Ra’d : 11)

“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 mengharap”
(QS.Al- Insyirah : 8)

“Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan”
(Ar- Rahman : 13)

“Simple thing in life, just be nice and kind to everyone”
(Widya Febriyani)

SANWACANA

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si--selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung—atas izin yang telah berikan;
2. Ibu Sri Suharyati S.Pt., M.P--selaku Ketua Jurusan Peternakan--atas persetujuan, segala saran, arahan, dan bimbingan yang diberikan kepada Penulis;
3. Bapak Dr. Ir. Erwanto, M.S.--selaku Pembimbing Utama—atas ketulusan hati, kesabaran dalam membimbing, memberikan arahan, motivasi dan ilmu yang terbaik untuk penulis;
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.--selaku Pembimbing Anggota--atas bimbingan, kesabaran serta nasihat yang dapat membangun diri penulis;
5. Bapak Liman, S.Pt., M.Si.--selaku Pembahas--atas bimbingan, kritik, saran dan arahan kepada penulis;
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. Tim Laboratorium Nurisi Ternak Perah Institut Pertanian Bogor -- atas bantuan dan kerjasamanya;
9. Keluarga tercinta ayah Sunarwoto, ibu Isnaeni Wahyu Ningsih, kakak drh. Bagus Setiawan dan drh. Eva Meydina Rakhmah atas doa, kasih sayang, dukungan, dan kesabaran yang mendorong penulis menggapai cita-cita;
10. Teman penelitian Laily Miftakhul Muna —atas kerjasama, dukungan, perhatian, dan kasih sayangnya;
11. Teman-teman seperjuangan angkatan 2015 yang sangat kucintai dan kusayangi, serta kakak-kakak dan adik-adik di Jurusan Peternakan;
12. Teman-teman Kontrakan E8 Squad, English Society (Eso) Unila, NTCA Indonesia Australia Pastoral Program (NIAPP) 2018, yang terus dan selalu menginspirasi;

Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa, dan karya ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Bandar Lampung, April 2019

Penulis

Widya Febriyani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
C. Kegunaan Penelitian.....	3
D. Kerangka Pemikiran.....	3
E. Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kulit Kopi	7
B. Amoniasi	10
C. Urea.....	12
D. Amonium Sulfat.....	14
E. <i>Aspergillus Niger</i>	15
F. Fermentasi.....	17
G. Sistem Pencernaan Ternak Ruminansia.....	18
H. Metode In Vitro.....	20
I. Konsentrasi VFA (<i>Volatil Faty Acid</i>)	21
J. Konsentrasi NH ₃	24

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	27
B. Bahan dan Alat Penelitian	27
1. Bahan Penelitian.....	27
2. Alat Penelitian	28
C. Rancangan Percobaan.....	28
D. Peubah yang Diamati	29
E. Prosedur Penelitian	30
1. Tahap Persiapan Perbanyak Mikroba	30
2. Amoniasi Kulit Kopi	31
3. Fermentasi Kulit Kopi	33
4. Tahap Persiapan Sampel Analisis	34
5. Tahap Analisis Secara <i>In Vitro</i>	35
a. Pembuatan Larutan <i>Mc Dougall</i> (Saliva Buatan)	35
b. Pengambilan Cairan Rumen	36
c. Analisis VFA Total	38
d. Analisis NH ₃ Total	39
F. Analisis Data	40

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Perlakuan Amoniasi dan Fermentasi Menggunakan <i>Aspergillus Niger</i> pada Kulit Kopi terhadap VFA Total Cairan Rumen Sapi Secara <i>In Vitro</i>	42
--	----

B. PengaruhPerlakuan Amoniasi dan Fermentasi Menggunakan Aspergillus Niger pada Kulit Kopi terhadap NH ₃ Cairan Rumen Sapi Secara <i>In Vitro</i>	48
V. KESIMPULAN	
A. Kesimpulan	53
B. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan nutrisi hasil amoniasi dan fermentasi kulit kopi berdasarkan bahan kering.....	29
2. Bahan pembuatan larutan <i>Mc. Dougall</i> (saliva buatan).....	35
3. Pengaruh amoniasi dan fermentasi menggunakan <i>Aspergillus Niger</i> pada kulit kopi terhadap VFA total cairan rumen sapi secara <i>in vitro</i>	42
4. Pengaruh amoniasi dan fermentasi menggunakan <i>Aspergillus Niger</i> pada kulit kopi terhadap NH ₃ cairan rumen sapi secara <i>in vitro</i>	48
5. Hasil rata-rata kadar VFA	62
6. Analisis ragam kadar VFA.....	62
7. Uji Beda Nyata Terkecil kadar VFA	62
8. Hasil rata-rata kadar NH ₃	63
9. Analisis ragam kadar NH ₃	63
10. Uji Beda Nyata Terkecil kadar NH ₃	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Aspergillus niger</i> perbesaran 100 x 4.....	15
2. Proses metabolisme karbohidrat dan pembentukan VFA pada ruminansia	23
3. Proses metabolisme protein dalam rumen ternak ruminansia.....	26
4. Tata letak amoniasi dan fermentasi kulit kopi	29
5. Skema perbanyakan mikroba	30
6. Skema amoniasi kulit kopi menggunakan urea.....	31
7. Skema amoniasi kulit kopi menggunakan amonium sulfat	32
8. Skema fermentasi kulit kopi menggunakan <i>Aspergillus Niger</i>	33
9. Skema persiapan sampel analisis	34
10. Skema pembuatan larutan <i>Mc Dougall</i> (saliva buatan)	35
11. Skema pengambilan cairan rumen	36
12. Skema analisis <i>In Vitro</i>	37
13. Skema analisis VFA total	38
14. Skema analisis NH ₃ total.....	39
15. Tahap memasukkan cairan sampel yang sudah di fermentasi 4 jam, ke dalam tabung destilasi markam	64
16. Tahap memasukkan 5 mL NaOH 0,5N dalam erlenmeyer dan disimpan di bawah kondensor untuk menampung destilat sampai volume 250 mL	64
17. Tahap memasukkan larutan H ₂ SO ₄ 15% ke dalam tabung destilasi	

markam	64
18. Tahap titrasi dengan larutan HCl 0.5N yang diberi indikator PP 1% sebanyak 2--3 tetes	65
19. Tahap persiapan bibir cawan diolesi dengan vaselin	65
20. Tahap memasukkan larutan Na ₂ CO ₃ jenuh 1 mL, di bagian kiri atau kanan cawan.....	66
21. Tahap memasukkan cairan sampel hasil fermentasi di bagian kiri atau kanan, bersebelahan dengan larutan Na ₂ CO ₃ jenuh.....	66
22. Tahap memasukkan larutan asam borat berindikator di bagian tengah cawan Conway dan segera ditutup	66
23. Tahap membiarkan selama 24 jam dalam suhu kamar	67
24. Tahap mentitrasi larutan asam borat dengan larutan H ₂ SO ₄ 0.005 N..	67

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sumber daya alam untuk peternakan berupa padang penggembalaan di Indonesia mengalami penurunan, secara umum ketersediaan hijauan pakan juga dipengaruhi oleh iklim, hal ini jelas mempengaruhi kontinuitas produksi hijauan, maka untuk mengatasi kekurangan rumput ataupun hijauan pakan salah satunya adalah pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan.

Pemanfaatan limbah sebagai bahan pakan ternak merupakan alternatif bijaksana dalam memenuhi kebutuhan nutrisi bagi ternak. Limbah sebagai bahan pakan selalu dikaitkan dengan harga yang murah dan kualitas yang rendah. Pemanfaatan limbah kulit kopi dapat dipilih sebagai salah satu alternatif bahan pakan ternak, karena limbah kulit kopi memiliki kandungan protein yang relatif tinggi sekitar 11%. Hasil analisis proksimat menunjukkan, limbah kulit kopi mengandung 6,67% protein kasar, dengan serat kasar 18,28%, lemak 1,0%, kalsium 0,21%, dan fosfor 0,03%. Ketersediaan jumlah bahan ini di daerah-daerah yang ada di Indonesia belum termanfaatkan dengan baik.

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. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah pengolahan dengan amoniasi urea (Afrijon, 2011). Amoniasi dengan urea terhadap pakan serat mampu meningkatkan nilai manfaat pakan tersebut (Belgess *et al.*, 2007). Amoniasi dengan urea merupakan salah satu teknik pengolahan yang cukup sederhana dan mudah diadopsi oleh masyarakat (Zain, 2009). Amoniasi juga dapat dilakukan menggunakan amonium sulfat.

Guna meningkatkan kualitas limbah kulit kopi agar meningkatkan kadar VFA dan NH_3 maka perlu dilakukan pengolahan berupa fermentasi. Fermentasi secara biologi 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.

Sehubungan dengan uraian diatas inovasi dan introduksi teknologi pengolahan pakan berbasis limbah pertanian dengan pengolahan secara kimiawi (amoniasi) dan biologi (kapang) diharapkan dapat meningkatkan kadar VFA dan NH_3 .

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) mengetahui pengaruh amoniasi dan fermentasi kulit kopi menggunakan *Aspergillus Niger* dibandingkan dengan kulit kopi tanpa perlakuan terhadap VFA total dan NH_3 cairan rumen sapi;
- 2) mengetahui perlakuan terbaik kualitas nutrisi kulit kopi amoniasi maupun fermentasi menggunakan *Aspergillus Niger* terhadap VFA total dan NH_3 cairan rumen sapi;

C. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan merupakan salah satu sumber informasi bagi peneliti, kalangan akademik, maupun peternak sebagai inovasi dalam pengolahan pakan bagi ternak.

D. Kerangka Pemikiran

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%. Kulit kopi diberikan langsung dalam bentuk basah, kadar air yang cukup tinggi sehingga

mudah rusak dan kurang disukai ternak. Namun selain itu tingginya kandungan serat kasar dan adanya kandungan tanin, cafein dan lignin pada kulit kopi non fermentasi yang dapat mengganggu pencernaan ternak jika diberikan dalam jumlah banyak. Salah satu cara untuk meminimalkan faktor pembatas tersebut, kulit kopi diolah terlebih dahulu sebelum diberikan kepada ternak. Pengolahan pakan dapat dilakukan dengan amoniasi dan fermentasi.

Pengolahan cara kimia dengan amoniak (NH_3) disebut sebagai amoniasi.

Konsentrasi NH_3 pada pakan yang diolah dengan amoniasi cenderung lebih tinggi dibanding dengan pengolahan pakan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena pakan yang diolah dengan amoniasi mengandung urea yang cukup tinggi. Urea merupakan sumber protein yang dapat meningkatkan produksi amonia sehingga konsentrasi NH_3 yang dihasilkan juga cukup tinggi. Zain *et al.* (2005) menyatakan, perlakuan amoniasi akan meningkatkan kecernaan serat yang berakibat terhadap peningkatan konsentrasi VFA.

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. Fungsi urea adalah sebagai penyalur NH_3 , ini digunakan sebagai sumber energi bagi mikrobial dalam proses fermentasi, sehingga fungsi urea ialah tidak sebagai penambah nutrisi pakan melainkan berfungsi sebagai katalisator dalam proses amoniasi. Hasil penelitian pengolahan jerami padi IR 38 dengan pemberian urea 4% bukan hanya meningkatkan protein kasar secara drastis tetapi juga meningkatkan daya cernanya 50% lebih baik, serat kasar bahkan menunjukkan perbaikan daya cernanya lebih

dari itu. Perbaikan juga terjadi pada daya cerna bahan kering dan bahan organik (Komar, 1984)

Sumber amonia lainnya yang dapat digunakan untuk amoniasi adalah amonium sulfat. Amonium sulfat merupakan garam anorganik yang biasa digunakan sebagai pupuk nitrogen selain pupuk urea, NPK, dan amonium nitrat. Amonium sulfat merupakan garam anorganik yang berfungsi sebagai sumber nitrogen untuk merangsang pertumbuhan dan aktivitas bakteri. Proses fermentasi pakan dengan penambahan urea, zeolit, dan amonium sulfat 1,5% mampu memperbaiki kandungan protein kasar pada pakan (Pitriyatin, 2010).

Fermentasi dapat mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme yang dibutuhkan sehingga membentuk produk yang berbeda dengan bahan bakunya (Winarno *et al.*, 1980). Fermentasi juga dapat mengubah bahan makanan yang mengandung protein, lemak dan karbohidrat yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna dan menghasilkan aroma yang khas (Poesponegoro, 1975). 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%.

Melihat potensi nutrisi dari bahan penelitian, diharapkan proses pengolahan kulit kopi secara kimiawi (amoniasi) menggunakan urea dan ammonium sulfat serta

biologi (kapang) menggunakan *Aspergillus niger* akan meningkatkan kadar VFA dan NH₃.

E. Hipotesis

- 1) terdapat pengaruh amoniasi dan fermentasi kulit kopi menggunakan *Aspergillus Niger* dibandingkan dengan kulit kopi tanpa perlakuan terhadap VFA total dan NH₃ cairan rumen sapi;
- 2) perlakuan terbaik terdapat pada amoniasi kulit kopi menggunakan urea 4%;

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kulit Kopi

Proses pengolahan kopi menjadi kopi bubuk akan menghasilkan limbah berupa limbah kulit kopi dan belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit buah kopi merupakan salah satu limbah industri secara potensial dapat digunakan sebagai bahan pakan alternatif untuk ternak ruminan. Menurut data statistik (BPS, 2009), produksi biji kopi di Indonesia mencapai 682.591 ton dan menghasilkan kulit kopi sekitar 307.165 ton, jika tidak dimanfaatkan akan menimbulkan pencemaran yang serius.

Produk kulit buah kopi mudah rusak karena kandungan kadar airnya cukup tinggi 53%, sedangkan jika diberikan dalam bentuk segar kurang disukai ternak.

Teknologi fermentasi yang dikombinasikan dengan teknologi pakan komplit dapat mengatasi kendala tersebut, sehingga dapat meningkatkan fungsinya sebagai pakan ternak. Kandungan protein kulit buah kopi tergolong rendah 10,6%, namun masih mampu memenuhi kebutuhan mikroba rumen untuk mencerna serat karbohidrat dan juga mengandung energi tinggi (Puslitbangnak, 2011).

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. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah pengolahan dengan amoniasi urea (Afrijon, 2011). Dilaporkan juga oleh Mastika (2011) bahwa melalui proses amoniasi, ternyata kandungan nutrisi kulit kopi meningkat, yaitu protein kasar menjadi 17,88%; pencernaan bahan kering meningkat dari 40% menjadi 50%. Melalui amoniasi dapat menyebabkan struktur dinding sel kulit kopi menjadi padat dan tidak berdebu, sehingga lebih mudah untuk dikonsumsi oleh ternak. Pemanfaatan kulit kopi sebagai campuran pakan konsentrat akan dapat meningkatkan nilai tambah usahatani.

Kulit buah kopi berpotensi sebagai salah satu sumber bahan pakan ternak ruminansia. Kandungan zat yang terdapat pada kulit buah kopi meliputi bahan kering 90%, lemak 1,8%, serat kasar 32,6%, protein kasar 9,7%, BETN 48,6%, dan abu 7,3%, (Murni *et al.* 2008). Komponen dinding selnya dapat digunakan oleh ternak ruminansia sebagai sumber energi (Russel *et al.*, 2009).

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).

Manfaatan limbah sebagai bahan pakan ternak merupakan alternatif dalam meningkatkan ketersediaan bahan baku penyusun ransum. Limbah mempunyai proporsi pemanfaatan yang besar dalam ransum. Bahan pakan konvensional yang sering digunakan dalam penyusunan ransum sebagian besar berasal dari limbah dan pencarian bahan pakan yang belum lazim digunakan. Setelah kopi dipanen, kulitnya dikupas. Kemudian, bijinya dijemur. Biasanya, kulit kopi kecoklatan yang dipisahkan dari biji-biji kopi tersebut akan dibuang begitu saja. Atau, paling tidak kulit kopi yang dipisahkan dari biji itu tadi dikumpulkan. Lalu, dibiarkan hingga busuk. Selanjutnya, ditaruh di sekeliling pohon kopi. Maksudnya, sebagai pengganti pupuk yang bertujuan untuk menyuburkan tanaman. Umumnya, hal seperti itulah yang sering dilakukan petani kopi (Murni, 2008).

Sebagai bahan limbah kulit kopi cukup mengandung zat-zat makanan yang dibutuhkan oleh ternak yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan baku penyusun ransum ternak. Kandungan protein kulit buah kopi berkisar 11.18% , serat kasarnya cukup tinggi yaitu dapat mencapai 21.74% dan nilai energi metabolisnya 2440 kkal/kg (Ruswendi, 2011), selain itu limbah kopi mengandung pektin sejumlah 6,52% (Murni *et al.*, 2008).

Rathinavelu dan Graziosi (2005) menyatakan bahwa limbah kulit buah kopi dapat menggantikan 20% kebutuhan konsentrat komersial yang digunakan sebagai

pakan ternak, menekan biaya pakan hingga 30% dan usaha penggemukan sapi potong memerlukan pakan dengan kuantitas yang cukup dan kualitas yang baik secara kontinyu. Sedangkan petani memperoleh nilai guna lebih dari kulit kopi yang biasa dibuang ketika ia mengolahnya sendiri atau menjual kulit kopinya kepada produsen silase.

B. Amoniasi

Amoniasi merupakan suatu poses perombakan dari struktur keras menjadi struktur yang lebih lunak (hanya struktur fisiknya) dan penambahan unsur N saja, prinsip dalam teknik amoniasi ini adalah penggunaan urea sebagai sumber amoniak yang dicampurkan ke dalam bahan. Urea dalam proses amoniasi berfungsi untuk menghancurkan ikatan-ikatan lignin, selulosa, dan silika yang terdapat pada bahan pakan, karena lignin, selulosa, dan silika merupakan faktor penyebab rendahnya daya cerna bahan pakan (Liptan, 2000).

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).

Ciri-ciri amoniasi yang baik yaitu memiliki bau yang khas amonia, berwarna kecoklat-coklatan seperti bahan asal, tekstur berubah menjadi lebih lunak dan

kering. Hasil amoniasi lebih lembut dibandingkan jerami asalnya, tidak berjamur atau menggumpal, tidak berlendir dan pH yang dihasilkan sekitar 8 (Sumarsih, 2003). Amoniasi mempunyai beberapa keuntungan antara lain sederhana cara pengerjaannya dan tidak berbahaya, lebih murah dan mudah dikerjakan dibanding dengan NaOH, cukup efektif untuk menghilangkan aflatoksin khususnya pada jerami, meningkatkan kandungan protein kasar dan tidak menimbulkan polusi dalam tanah (Siregar, 1995).

Amoniasi dengan urea terhadap pakan serat mampu meningkatkan nilai manfaat pakan tersebut (Belgess *et al.*, 2007). Upaya pengolahan dalam meningkatkan nilai manfaat pakan serat yang berasal dari hasil samping perkebunan perlu dilakukan. Amoniasi dengan urea merupakan salah satu teknik pengolahan yang cukup sederhana dan mudah diadopsi oleh masyarakat (Zain, 2009).

Pengolahan cara kimia dengan amonia (NH_3) disebut sebagai amoniasi.

Keuntungan pengolahan ini, selain meningkatkan daya cerna juga sekaligus meningkatkan kadar protein, dapat menghilangkan aflatoksin dan pelaksanaannya sangat mudah. Kelemahannya pengolahan ini utamanya untuk pakan ruminansia.

Amonia dapat menyebabkan perubahan komposisi dan struktur dinding sel sehingga membebaskan ikatan antara lignin dengan selulosa dan hemiselulosa dan memudahkan pencernaan oleh selulase mikroorganisme. Amonia 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).

Menurut Buckle *et al.* (1987), mikroorganismenya membutuhkan suplai makanan yang menjadi sumber energi dan menyediakan unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Unsur dasar tersebut adalah karbon, oksigen, sulfur, fosfor, magnesium, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya.

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. Bukan hanya itu, amoniasi kulit kopi juga dapat meningkatkan kadar protein serta menghilangkan aflatoksin.

C. Urea

Urea adalah senyawa organik yang tersusun dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen dengan rumus CON_2H_4 atau $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (Wikipedia, 2019). Urea juga dikenal dengan nama *carbamide* yang terutama digunakan di kawasan Eropa, selain itu nama lain yang juga sering dipakai adalah *carbamide* resin, iso urea, *carbonyl diamide* dan *carbonyl diamine*. 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 merupakan salah satu bahan pakan sumber nitrogen bukan protein (NPN) yang penting dan sering ditambahkan pada ransum ternak ruminansia. Urea memiliki kandungan nitrogen sebesar 42 -- 45% atau setara dengan protein kasar 262 -- 281% (Belasco, 1954). Urea memiliki sifat mudah larut dan terurai menjadi NH_4^+ dan NH_3 apabila tercampur dengan air. Urea dihidrolisis dengan cepat di dalam rumen, puncak produksi amoniaknya dicapai pada 1 jam setelah pemberian urea (Huntington et al., 2006).

Urea dengan rumus molekul $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ banyak digunakan dalam ransum ternak ruminansia karena mudah diperoleh, harga murah dan sedikit keracunan yang diakibatkannya dibanding biuret. Secara fisik urea berbentuk kristal padat berwarna putih dan higroskopis. 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 selulosa dalam hijauan (Anggorodi, 1979).

Fungsi urea pada proses pembuatan fermentasi adalah sebagai penuplai NH_3 , ini digunakan sebagai sumber energi bagi mikrobia dalam proses fermentasi, sehingga fungsi urea ialah tidak sebagai penambah nutrisi pakan melainkan berfungsi sebagai katalisator dalam proses fermentasi (Liptan, 2000).

D. Amonium Sulfat

Amonium sulfat atau $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ adalah garam anorganik yang memiliki beberapa kegunaan, seperti sebagai pupuk pengaya hara tanah atau sebagai bahan tambahan makanan. Amonium sulfat mengandung 21% unsur nitrogen dan 24% unsur belerang. Amonium sulfat akan mengalami penguraian bila dipanaskan hingga suhu $250\text{ }^\circ\text{C}$, dan pertama-tama membentuk amonium bisulfat. Jika dipanaskan pada suhu yang lebih tinggi, amonium sulfat akan terurai menjadi amonia, nitrogen, sulfur dioksida, dan air (Wikipedia, 2019).

Amonium sulfat biasa disebut pupuk ZA (*Zwuaafel Amonium*) banyak dimanfaatkan sebagai pupuk nitrogen, terutama untuk tanaman industri dan perkebunan diantaranya tebu, tembakau, cengkeh, kopi, lada, kelapa sawit, dan teh. Sebagai pupuk, amonium sulfat merupakan jenis pupuk anorganik tunggal yang terdiri dari unsur sulfur (24% berat) dalam bentuk ion sulfat dan unsur nitrogen (21% berat) dalam bentuk ion amonium (Speight, 2002).

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). Pada proses Amonium sulfat juga disebut urea 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 urea antara 20,5–21 persen, sedang 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).

E. Aspergillus Niger

Aspergillus niger (Gambar 1) termasuk fungi berfilamen penghasil selulase dan crudeenzyme 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)

A. niger mempunyai kepala pembawa konidia yang besar, padat, bulat dan berwarna hitam coklat atau ungu coklat. Kapang ini mempunyai bagian yang khas yaitu hifanya bersepta, spora yang bersifat seksual dan tumbuh

memanjang di alas stigma, mempunyai sifat aerobik, sehingga dalam pertumbuhannya memerlukan oksigen yang cukup. *A. niger* termasuk mikroba mesofilik dengan pertumbuhan maksimum pada suhu 35-37°C. Derajat keasaman untuk pertumbuhannya adalah 2,0-8,5 tetapi pertumbuhan akan lebih baik pada kondisi keasaman atau pH yang rendah (Fardiaz, 1989).

A. niger dapat tumbuh dengan cepat, sehingga sering digunakan secara komersial dalam produksi asam sitrat, asam glukonat dan pembuatan beberapa enzim seperti amilase, pektinase, amiloglukosidase dan selulase. *A. niger* dapat tumbuh pada suhu 35-37°C (optimum), 6-8°C (minimum), 45-47°C (maksimum) dan memerlukan oksigen yang cukup (aerobik) (Fadli, 2009).

A. niger dalam pertumbuhannya berhubungan langsung dengan zat makanan yang terdapat dalam substrat. Molekul sederhana seperti gula dan komponen lain yang terdapat di sekeliling hifa dapat langsung diserap, sedangkan molekul yang lebih kompleks seperti selulosa, pati, protein, dan minyak lemak harus dipecah dahulu sebelum diserap ke dalam sel, dengan menghasilkan beberapa enzim ekstraseluler. Bahan organik dari substrat digunakan oleh *A. Niger* untuk aktivitas transpor molekul, pemeliharaan struktur sel dan mobilitas sel (Fadli, 2009). *A. niger* merupakan kapang yang dapat menghasilkan beberapa enzim ekstraseluler. *A. niger* merupakan kapang penghasil enzim selulosa yang banyak mengandung β -glukosidase tetapi rendah akan ekso dan endoglukanase (Sternberg *et al.*, 1979 dan Mandels, 1982)

F. Fermentasi

Fermentasi merupakan salah satu teknologi untuk meningkatkan kualitas pakan asal limbah, karena keterlibatan mikroorganisme dalam mendegradasi serat kasar, mengurangi kadar lignin dan senyawa anti nutrisi, sehingga nilai pencernaan pakan asal limbah dapat meningkat (Wina,2005).

Menurut Kompiang *et al.* (1994) dan Sinurat *et al.*(1998), teknologi untuk meningkatkan mutu bahan pakan adalah dengan fermentasi. Secara umum semua produk akhir fermentasi biasanya mengandung senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna daripada bahan asalnya sehingga dapat meningkatkan nilai gizinya (Purwadaria *et al.*, 1995; Sinurat *et al.*, 1996; Supriyati *et al.*, 1998). Fermentasi juga berfungsi sebagai salah satu cara pengolahan dalam rangka pengawetan bahan dan cara untuk mengurangi bahkan menghilangkan zat racun yang dikandung suatu bahan. Berbagai jenis mikroorganisme mempunyai kemampuan untuk meng-konversikan pati menjadi protein dengan penambahan nitrogen anorganik ini melalui fermentasi. Kapang yang sering digunakan dalam teknologi fermentasi antara lain *A. Niger*. Proses fermentasi menggunakan kapang, selain pembentukan miselium selalu diikuti oleh pembentukan spora yang berguna untuk pembuatan inokulum pada proses fermentasi. Inokulum yang berupa spora merupakan starter yang baik dalam fermentasi (Purwadaria *et al.* , 1994). 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. Sistem Pencernaan Ternak Ruminansia

Pencernaan adalah rangkaian proses perubahan fisik dan kimia yang dialami bahan makanan di dalam saluran pencernaan ternak ruminansia. Proses pencernaan makanan relatif lebih kompleks bila dibandingkan dengan pencernaan pada jenis ternak non ruminansia. Menurut Sutardi (1980), proses pencernaan ternak ruminansia terjadi secara mekanis (di dalam mulut), secara fermentatif (oleh enzim-enzim yang berasal dari mikroba rumen), dan secara hidrolitis (oleh enzim-enzim pencernaan). Menurut Church (1979), pencernaan fermentatif pada ternak ruminansia terjadi di dalam rumen (retikulo-rumen) berupa perubahan-perubahan senyawa tertentu menjadi senyawa lain yang sama sekali berbeda dari molekul zat makanan asalnya.

Bagian-bagian sistem pencernaan adalah mulut, parinks, esofagus, perut glandular, usus halus, usus besar serta glandula aksesoris yang terdiri dari glandula saliva, hati, dan pankreas (Frandsen, 1992). Ternak ruminansia memiliki empat bagian perut yaitu rumen, retikulum, omasum, dan abomasum.

Keempatnya tidak mempunyai perbedaan yang nyata ketika ternak dilahirkan hingga ternak ruminansia berkembang, tumbuh, dan memproduksi walaupun hanya mengkonsumsi jenis makanan sebagian besar berbentuk serat kasar (Kartadisastra, 1997).

Proses utama dari pencernaan adalah secara mekanik, hidrolisis, dan fermentatif. Proses mekanik terdiri dari mastikasi atau pengunyahan dalam mulut dan gerakan-gerakan saluran pencernaan yang dihasilkan oleh kontraksi otot sepanjang usus. Proses hidrolisis dilakukan oleh enzim pencernaan yang dihasilkan oleh ternak (induk semang) yang terjadi di abomasum. Pencernaan secara fermentatif dilakukan oleh mikroorganisme rumen (Tillman *et al.*, 1998). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pencernaan yaitu suhu, laju perjalanan makanan dalam organ pencernaan, bentuk fisik bahan pakan, komposisi ransum, dan pengaruh perbandingan dari zat-zat makanan lainnya (Anggorodi, 1998).

Pencernaan fermentatif pada ruminansia terjadi di dalam rumen (retikulo rumen) berupa perubahan senyawa-senyawa tertentu menjadi senyawa lain, yang sama sekali berbeda dari molekul zat makanan asalnya. Rumen merupakan bagian perut yang paling depan dengan kapasitas paling besar. Rumen berfungsi sebagai tempat penampungan makanan yang dikonsumsi untuk sementara waktu. Di dalam rumen makanan bercampur dengan saliva. Setelah beberapa saat ditampung, makanan dikembalikan ke mulut untuk dikunyah kembali, proses ini disebut regurgitasi. Pengunyahan kembali makanan yang berasal dari rumen biasa dilakukan ternak pada saat istirahat dan sering kali dilakukan pada kondisi berbaring (Kartadisastra, 1997). Kemudian makanan ditelan kembali, dicerna oleh mikroba rumen membentuk digesta halus dan masuk ke dalam saluran pencernaan selanjutnya untuk mengalami pencernaan hidrolitik (Frandsen, 1993).

Pada ternak ruminansia, bakteri dan protozoa lebih berperan dalam memecah bahan pakan terutama jenis bahan pakan berserat kasar tinggi yang tidak mampu dipecah dengan baik oleh saluran pencernaan ternak non-ruminansia. Menurut Arora (1995), bahwa di dalam rumen terdapat mikroorganisme yang dikenal dengan mikroba rumen melalui mikroba rumen, maka bahan-bahan pakan yang berasal dari hijauan yang mengandung polisakarida kompleks, selulosa, dan lignoselulosa, sehingga dapat dipecah menjadi bagian-bagian sederhana.

Kecernaan pakan tergantung dari peranan mikroba rumen, adanya mikroba rumen menyebabkan ternak ruminansia dapat mencerna makanan berserat kasar tinggi (Sutardi, 2003).

H. Metode 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. Keuntungan metode in vitro adalah waktu lebih singkat dan biaya lebih murah apabila dibandingkan metode in vivo, pengaruh terhadap ternak sedikit serta dapat dikerjakan dengan menggunakan banyak sampel pakan sekaligus. Metode in vitro bersama dengan analisis kimia saling menunjang dalam membuat evaluasi pakan hijauan (Pell *et al.*, 1993).

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 antinurisi, aditif dan suplemen pakan (Lopez, 2005).

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).

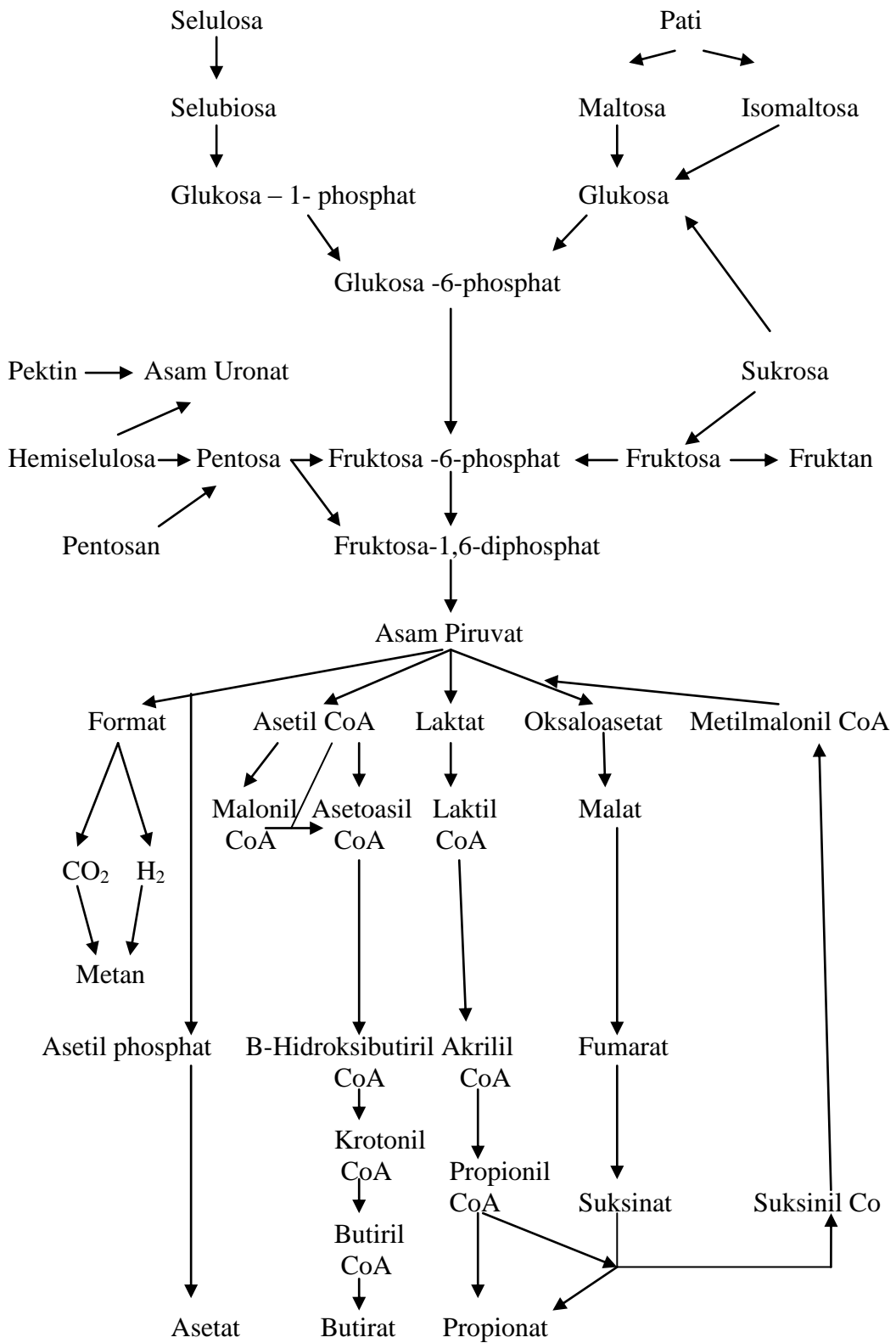
I. Konsentrasi VFA (*Volatil Fatty Acid*)

Rumen berfungsi sebagai tempat fermentasi pakan yang dikonsumsi ternak karena didalamnya terdapat berbagai jenis populasi mikroba, antara lain, bakteri, fungi, yeast, dan protozoa. Sumber energi utama bagi ternak ruminansia merupakan produk akhir dari fermentasi karbohidrat di dalam rumen yang dikenal dengan volatile fatty acid (VFA) (Cheeke, 2005).

Proses fermentasi karbohidrat oleh mikroba rumen menghasilkan energi yang berupa asam-asam lemak atsiri (VFA) antara lain yang utama yaitu asetat, butirrat dan propionat. Sekitar 75% dari total VFA yang diproduksi akan diserap langsung di retikulo-rumen termasuk ke darah, sekitar 20% diserap di abomasum dan omasum, dan sisanya sekitar 5% diserap usus halus. Menurut Arora (1989) peranan VFA sangat penting sebagai sumber energi. VFA yang merupakan

sumber kerangka karbon untuk pembentukan protein mikroba. Produksi VFA total dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, sifat karbohidrat, laju makanan meninggalkan rumen dan frekuensi pemberian pakan (Sutardi, 1977). Menurut Van Soest (2006) kisaran VFA yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba rumen yang optimal adalah 80–160 mM.

Begitu juga menurut Sutardi (1980) konsentrasi VFA yang dihasilkan oleh mikroba rumen dalam kondisi normal yaitu 80–160 mM. VFA diserap kedalam system peredaran darah melalui proses glukoneogenesis, kemudian VFA diubah oleh hati menjadi gula darah. Gula darah inilah yang akan mensuplai sebagian kebutuhan energy bagi ternak ruminansia (Lehninger, 1992). Produksi VFA di dalam cairan rumen dapat digunakan sebagai tolak ukur fermentabilitas pakan (Hartati, 1998).



Gambar 2. Proses metabolisme karbohidrat dan pembentukan VFA pada ruminansia (Mc Donald *et al.*, 2002)

J. Konsentrasi NH_3

Protein pakan di dalam rumen dipecah oleh mikroba menjadi peptida dan asam amino, beberapa asam amino dipecah lebih lanjut menjadi amonia. Amonia diproduksi bersama peptida dan asam amino yang akan digunakan oleh mikroba rumen dalam pembentukan protein mikroba (McDonald *et al.*, 2002). Konsentrasi amonia di dalam rumen merupakan suatu besaran yang sangat penting untuk dikendalikan, karena sangat menentukan optimalisasi pertumbuhan mikroba rumen. Sekitar 80% mikroba rumen dapat menggunakan amonia sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhannya (Arora, 1995). Amonia erat kaitannya dengan sintesis protein mikroba rumen, karena mikroba rumen memanfaatkan ammonia sebagai sumber nitrogen (N) utama untuk sintesis protein mikroba rumen.

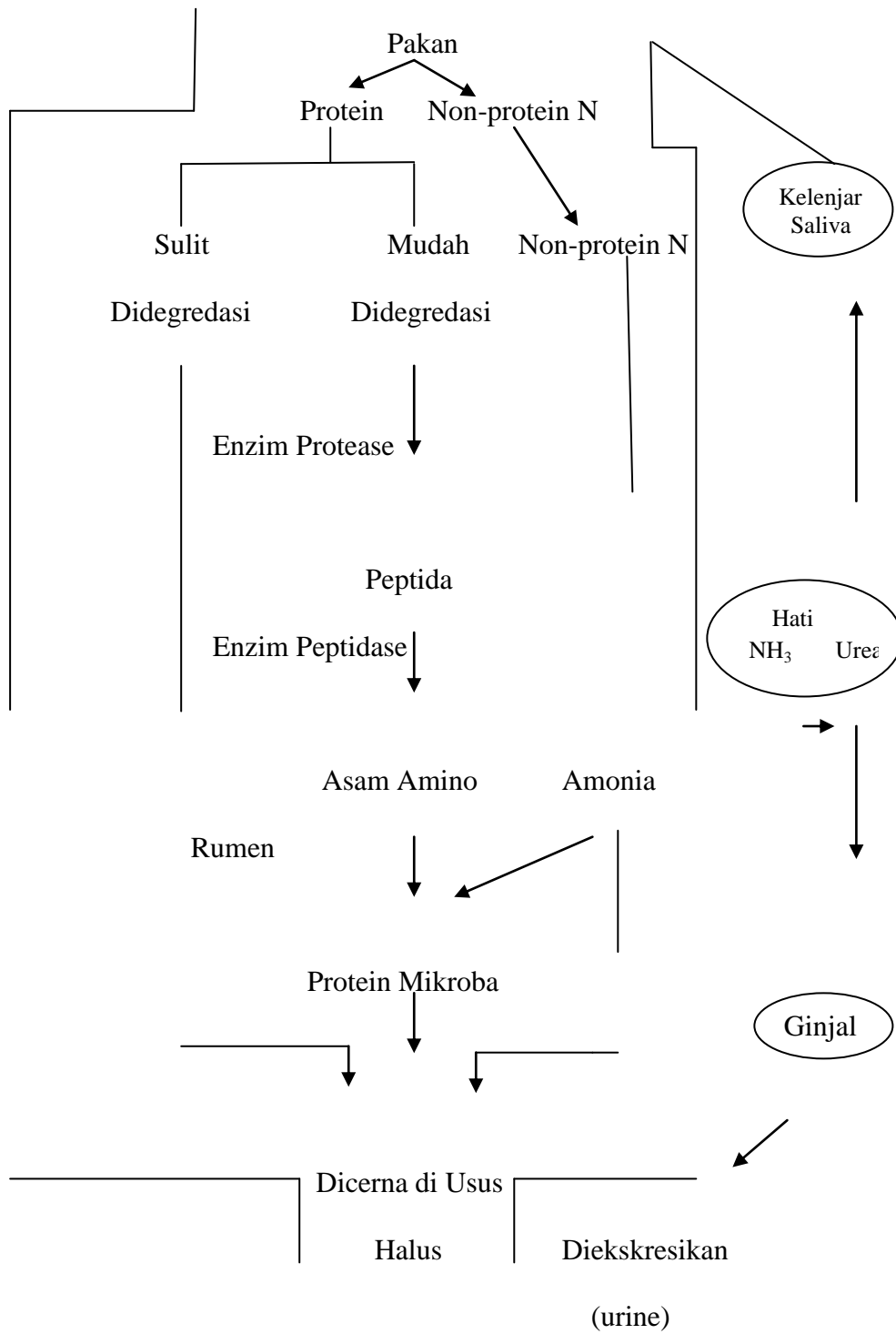
Amonia yang dibebaskan dalam rumen sebagian dimanfaatkan oleh mikroba untuk mensintesis protein tubuhnya (Arora, 1989). Menurut McDonald *et al.* (2002), kisaran konsentrasi NH_3 yang optimal untuk sintesis protein oleh mikroba rumen adalah 6 - 21 mM. Konsentrasi nitrogen amonia sebesar 5% sudah mencukupi kebutuhan nitrogen mikroba. Amonia di dalam rumen akan diproduksi terus-menerus walaupun sudah terjadi akumulasi (Sutardi, 1977).

NH_3 merupakan salah satu indikator untuk mengetahui fermentabilitas pakan yang berhubungan dengan pencernaan protein pakan, aktivitas dan populasi mikroba rumen. Pernyataan ini didukung oleh Widyobroto *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa bakteri rumen sangat tergantung pada konsentrasi NH_3 , jika konsentrasi ammonia dalam rumen rendah maka aktivitas bakteri dalam rumen akan

terhambat dan akibatnya nilai degradasi pakan akan menurun. Mc Donald *et al.* (2002) menyatakan bahwa konsentrasi NH_3 yang optimum untuk perkembangbiakan mikroba rumen membutuhkan NH_3 berkisar antara 6,0 - 17,65 mM. Sedangkan Sutardi (2003) berpendapat konsentrasi NH_3 optimal untuk kebutuhan mikroba berkisar antara 4.08 – 8.09 mM.

Produksi NH_3 berasal dari protein yang didegradasi oleh enzim proteolitik. Tingkat hidrolisis protein tergantung dari daya larutnya yang berkaitan dengan kenaikan kadar NH_3 (Arora, 1995). Menurut Sutardi (1979) protein bahan makanan yang masuk ke dalam rumen mula-mula akan mengalami proteolisis oleh enzim-enzim protease menjadi oligopeptida yang akan dimanfaatkan oleh mikroba rumen untuk menyusun protein selnya, sedangkan sebagian lagi akan dihidrolisa lebih lanjut menjadi asam amino yang kemudian secara cepat dideaminasi menjadi asam keto alfa dan amonia.

Amonia merupakan sumber nitrogen utama dan penting untuk sintesis protein mikroba. Menurut Arora (1995) sumbangan NH_3 pada ternak ruminansia sangat penting mengingat bahwa prekursor protein mikroba adalah amonia dan senyawa sumber karbon, makin tinggi kadar NH_3 di dalam rumen maka kemungkinan makin banyak protein mikroba yang terbentuk sebagai sumber protein tubuh. Amonia hasil fermentasi tidak semuanya disintesis menjadi protein mikroba, sebagian akan diserap ke dalam darah. Amonia yang tidak terpakai dalam rumen akan dibawa ke hati diubah menjadi urea, sebagian dikeluarkan melalui urine dan yang lainnya dibawa ke kelenjar saliva.



Gambar 3. Proses metabolisme protein dalam rumen ternak ruminansia (Mc Donald et al., 2002)

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2018-- Februari 2019, bertempat di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Universitas Lampung. Perbanyakan kapang *Aspergillus niger* dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung. Analisis produksi VFA total dan produksi NH₃ total secara *in vitro* dilakukan di Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor .

B. Bahan dan Alat Penelitian

B.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit kopi, urea, ammonium sulfat, dan kultur/biakan murni *Aspergillus niger*, cairan rumen ternak sapi (berasal dari RPH LIPI Cibinong) dan bahan-bahan kimia analisis *in vitro* seperti Aquades, larutan Mc. Dougall, dan larutan merkuri chorida (HgCl₂) untuk menghentikan fermentasi oleh mikroba. Hasil dari fermentasi ialah cairan supernatan untuk mengukur konsentrasi VFA dan NH₃. Penelitian ini juga menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,5N yang digunakan untuk

menampung VFA yang telah terkondensasi, indikator phenolptalein, HCl 0,5N yang digunakan pada saat titrasi VFA dan 1 ml larutan asam borat 2%, serta indikator red blue, larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) dan H_2SO_4 pekat.

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 : timbangan analitik, gelas ukur, pengaduk untuk mengaduk campuran zat kimia, tabung fermentor untuk memfermentasi cairan rumen selama di *water bath shaker* yang digunakan sebagai pengganti perut rumen, tang penjepit untuk mengambil tabung fermentor, dan alat sentrifuse untuk memisahkan antara supernatan dengan endapan. Selain itu juga menggunakan erlenmeyer untuk menampung VFA saat didestilasi dan alat destilasi uap untuk mengukur konsentrasi VFA, alat pipet tetes untuk meneteskn indikator, buret untuk titrasi, serta cawan *conwey* untuk mengukur konsentrasi NH_3 .

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

P2 : kulit kopi + 4% urea

P3 : kulit kopi + 1,5% ammonium sulfat

P4 : kulit kopi difermentasi dengan *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 kulit kopi berdasarkan bahan kering

No	Kode	Kandungan Nutrisi (% BK)						
		BK	Abu	PK	SK	LK	BETN	BO
1	P1	99,05	6,41	12,73	31,45	7,01	41,46	93,59
2	P2	98,93	5,85	20,28	24,22	4,44	44,14	94,15
3	P3	98,96	6,40	16,27	28,41	5,68	42,21	93,60
4	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

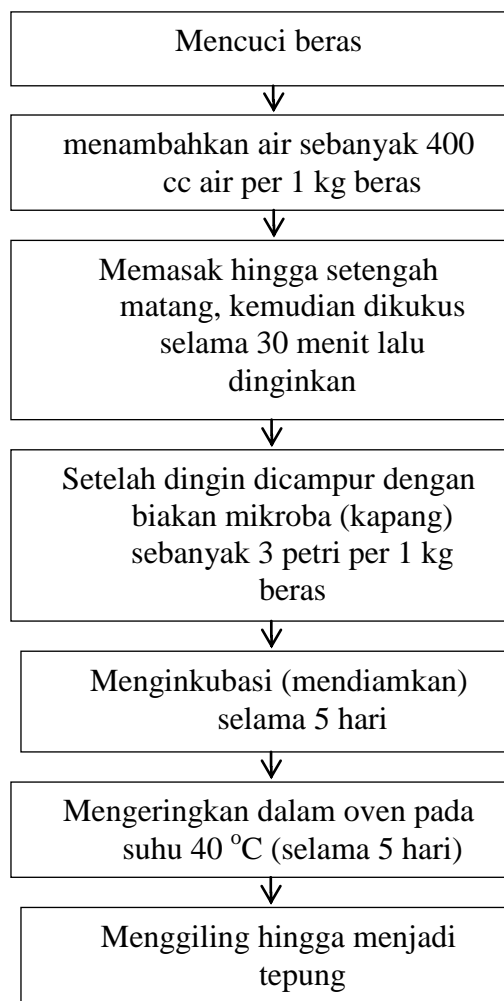
Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah produksi VFA total, produksi NH_3 total pada fermentasi kulit kopi menggunakan urea, ammonium sulfat dan *Aspergillus niger* secara *in vitro*.

E. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui empat tahap, yaitu tahap pertama perbanyak mikroba, amoniasi dan fermentasi kulit kopi, persiapan sampel analisis, dan tahap terakhir analisis VFA total dan NH_3 secara *in vitro*.

E.1. Tahap Persiapan Perbanyak Mikroba

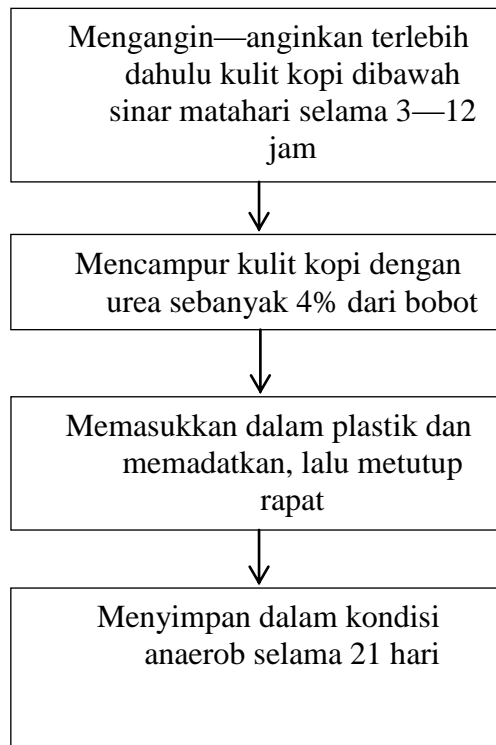
Adapun perbanyak mikroba *Aspergillus niger* melalui prosedur Palinggi (2009) sebagai berikut:



Gambar 5. Skema perbanyak mikroba

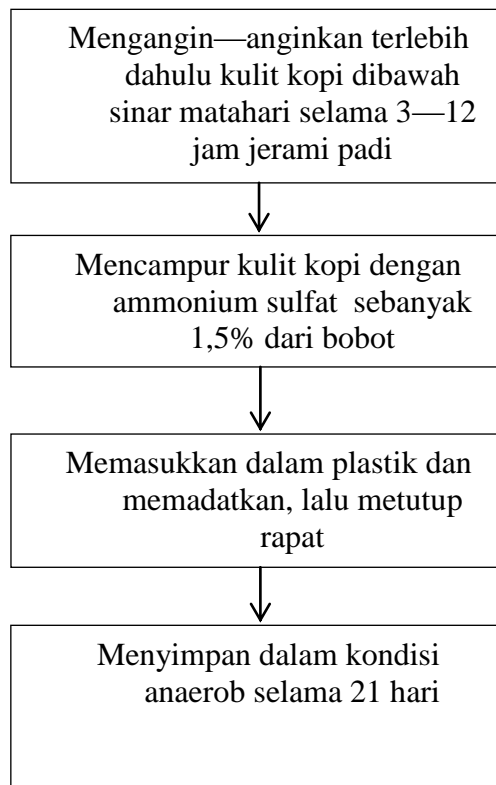
E.2. Amoniasi Kulit Kopi

Adapun amoniasi kulit kopi menggunakan urea melalui prosedur sebagai berikut :



Gambar 6. Skema amoniasi kulit kopi menggunakan urea

Adapun amoniasi kulit kopi menggunakan ammonium sulfat melalui prosedur sebagai berikut :

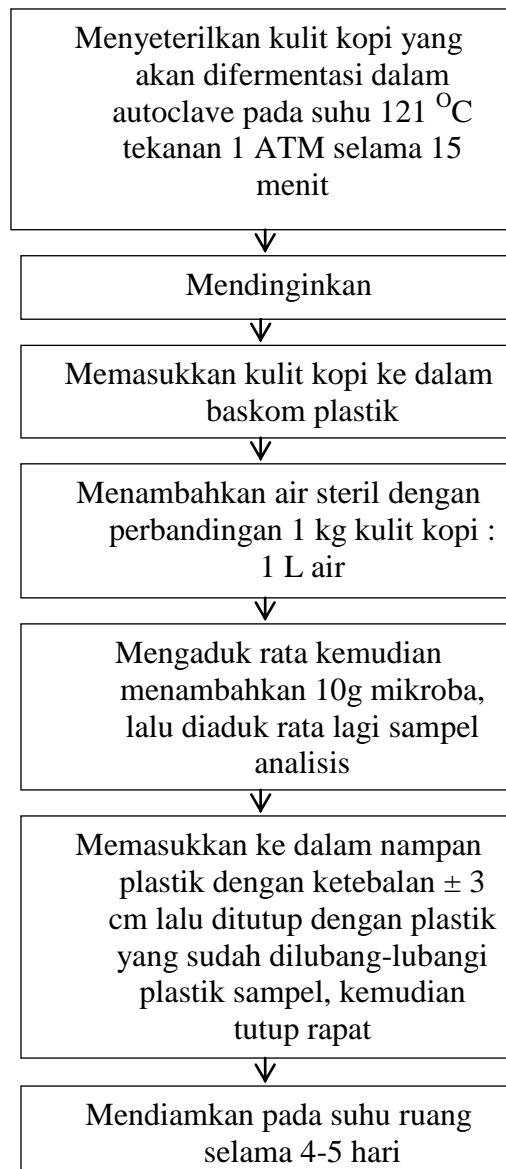


Gambar 7. Skema amoniasi kulit kopi menggunakan ammonium sulfat

E.3 Fermentasi Kulit Kopi

Adapun fermentasi kulit kopi menggunakan *Aspergillus niger* melalui prosedur

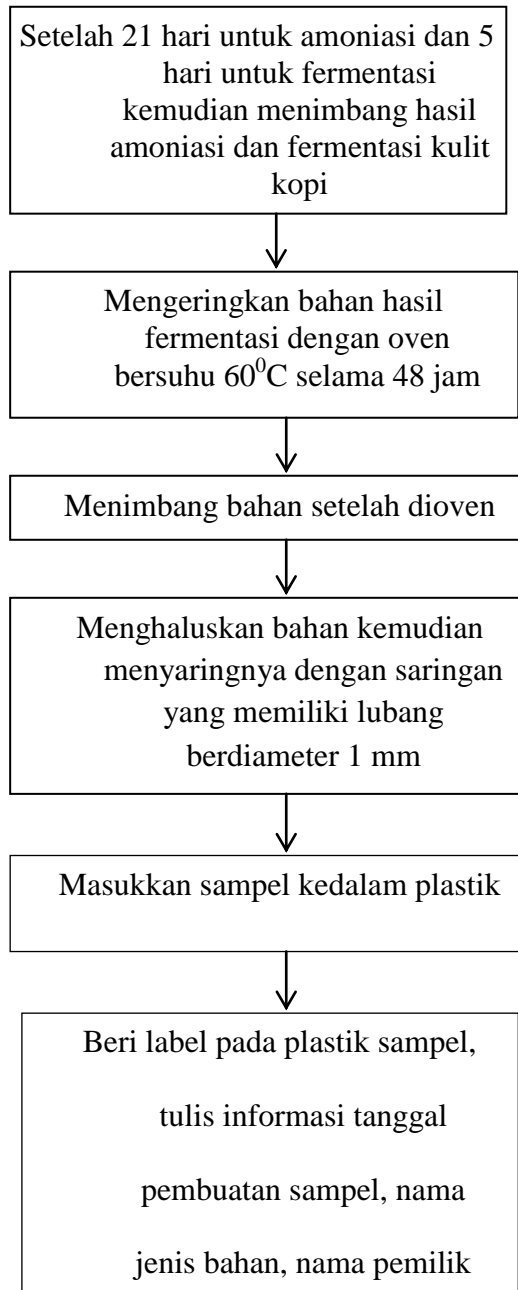
Palinggi (2009) sebagai berikut :



Gambar 8. Skema fermentasi kulit kopi menggunakan *Aspergillus niger*

E.4. Tahap Persiapan Sampel Analisis

Tahapan persiapan sampel analisis adalah sebagai berikut:



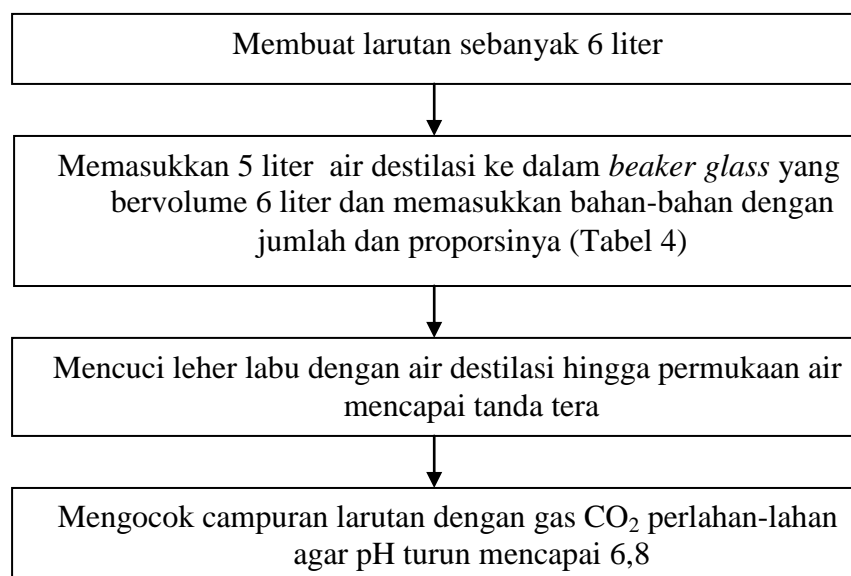
Gambar 9. Skema persiapan sampel analisis

E.5. Tahap Analisis Secara *In Vitro*

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

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

Langkah-langkah pembuatan larutan *Mc Dougal* (saliva buatan) tersaji pada Gambar 4.



Gambar 10. Skema pembuatan larutan *Mc Dougal* (saliva buatan)

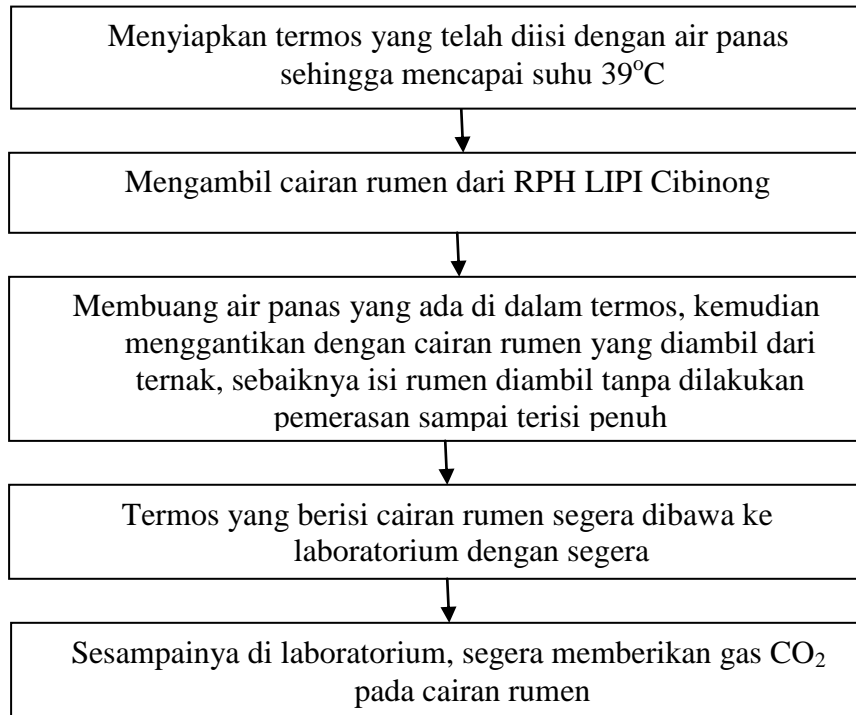
Tabel 2. Bahan pembuatan larutan *Mc Dougal* (saliva buatan)

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

Keterangan : Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Bogor, Institut Pertanian Bogor

E.5.B. Pengambilan Cairan Rumen

Langkah-langkah pengambilan cairan rumen sebagai berikut :

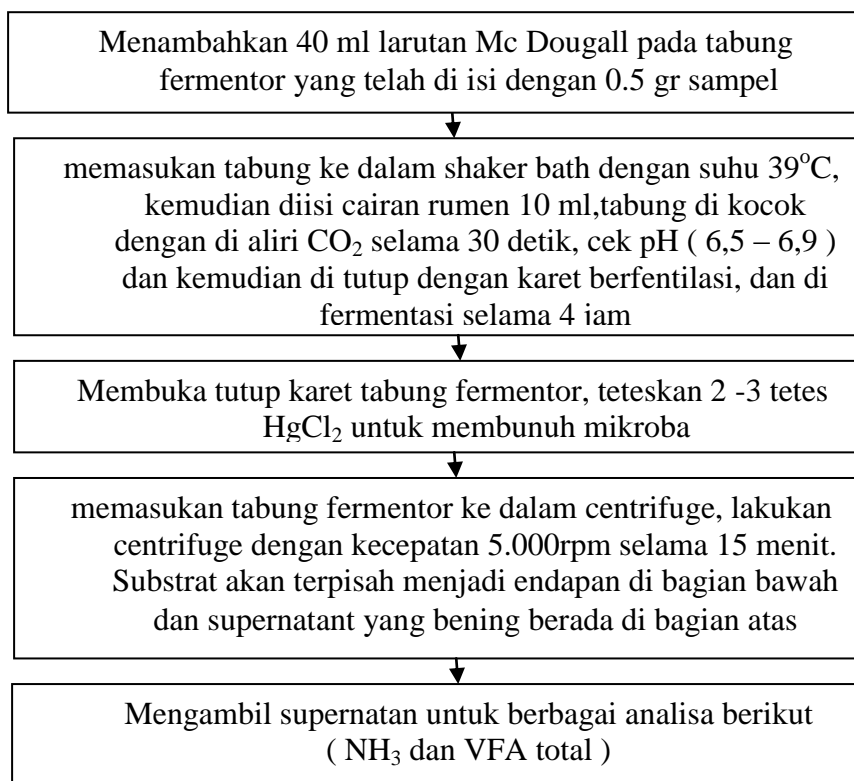


Gambar 11. Skema pengambilan cairan rumen

E.5.C. Analisis *In Vitro*

Percobaan ini dilakukan berdasarkan metode Tilley dan Terry (1963).

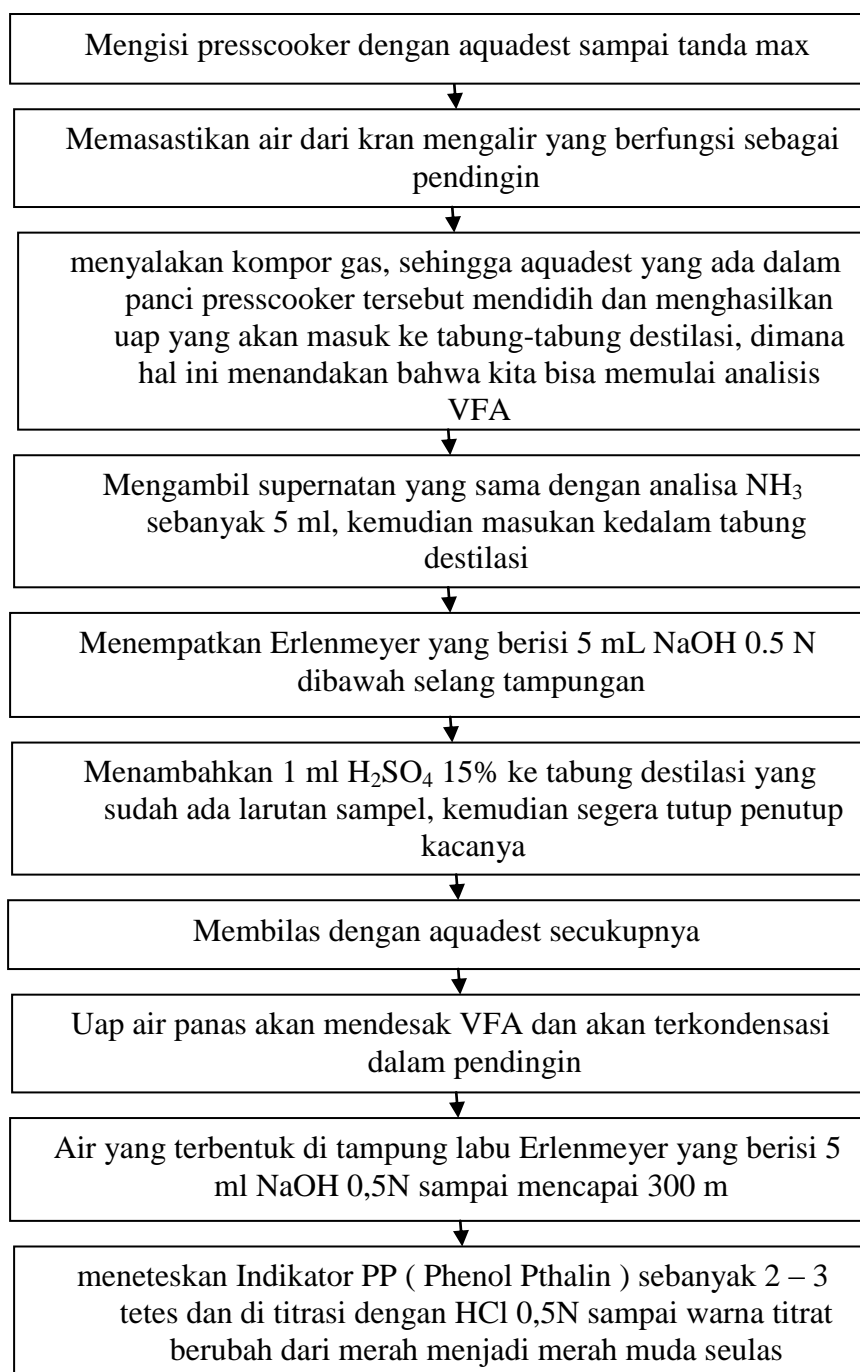
Tahapannya sebagai berikut:



Gambar 12. Skema analisis *In Vitro*

E.5.D. Analisis VFA Total

Konsentrasi total Volatiel Fatty Acid (VFA) ditentukan dengan metode "Steam Destilation" (General Laboratory Procedure, 1996) sebagai berikut :



Gambar 13. Skema analisis VFA total

Kadar VFA total dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{VFA total (mM)} = (A-B) \times N\text{-HCl} \times 1000/5 \text{ mM}$$

Keterangan : A = Volume titran blanko (ml)

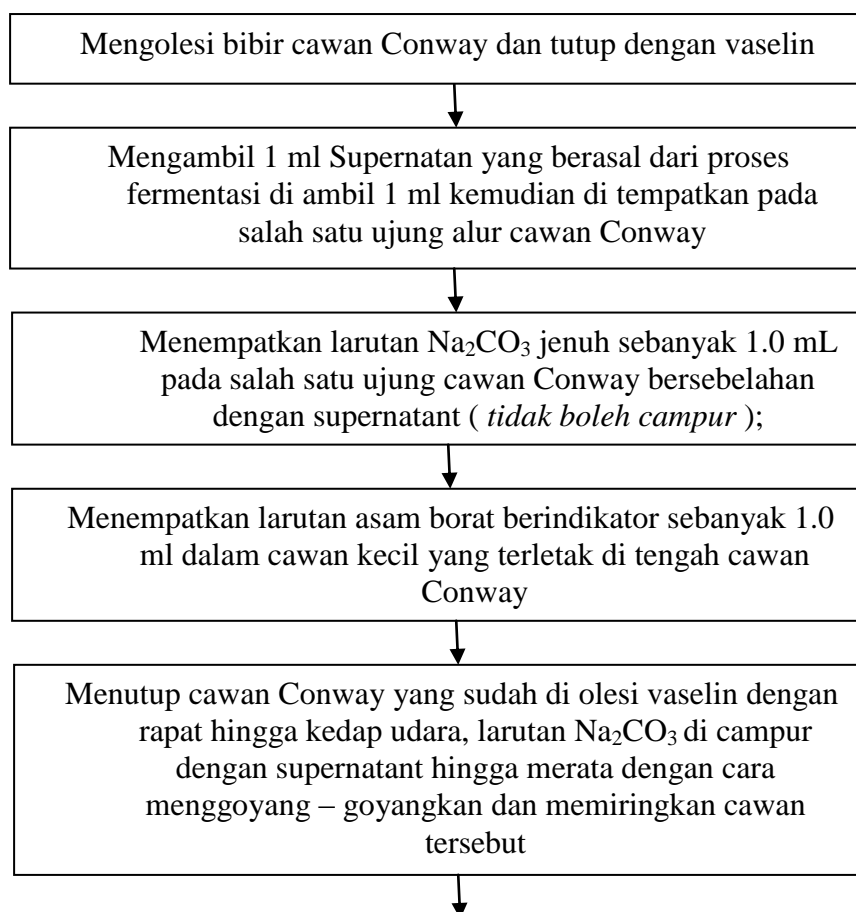
B = Volume titran contoh (ml)

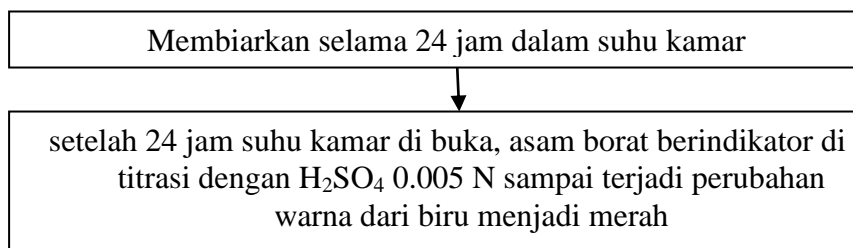
N = Normalitas larutan HCl

E.5.E. Analisis NH₃ Total

Langkah-langkah analisis NH₃ total dilakukan dengan metode mikrodifusi

Conway sebagai berikut:





Gambar 14. Skema analisis NH_3 total

Kadar NH_3 dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$N - \text{NH}_3 \text{ (mM)} = (\text{ml titran} \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 1000 \text{ mM})$$

Keterangan : $N - \text{NH}_3$ = Produksi $N - \text{NH}_3$ yang diperoleh

$N \text{ H}_2\text{SO}_4$ = Normalitas larutan H_2SO_4

F. Analisis 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;

μ = nilai sebenarnya tanpa pengaruh perlakuan dan pengaruh galat acak;

τ_i = pengaruh taraf perlakuan ke-i ulangan ke-j

ϵ_{ij} = galat pada taraf perlakuan ke-i dan ulangan 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. Perlakuan secara kimiawi (amoniasi) dan biologi (kapang) berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap konsentrasi VFA dan NH_3 ;
2. Konsentrasi VFA tertinggi terdapat pada perlakuan amoniasi menggunakan urea 4%, yaitu sebesar 164,02 mM , sedangkan konsentrasi NH_3 tertinggi juga terdapat pada perlakuan amoniasi menggunakan urea 4%, yaitu sebesar 14,17 mM;

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk meningkatkan konsentrasi VFA dan NH_3 pengolahan pakan sangat disarankan dengan amoniasi menggunakan urea.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrijon. 2011. Pengaruh pemakaian urea dalam amoniasi kulit buah kopi terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik secara in-vitro. *Jurnal Embrio*. 4 (1): 1-5.
- Anggorodi. 1979. Ilmu Makanan Ternak Umum. PT. Gramedia. Jakarta.
- _____. 1998. Kemajuan Mutakhir Dalam Ilmu Ternak Unggas. Gramedia, Jakarta.
- Anonim a. Amonium Sulfat. 2019. https://id.wikipedia.org/wiki/Amonium_sulfat. Diakses 14 Mei 2019.
- Anonim b. 2019. *Aspergillus Niger*. <http://linkfadliblog.blogspot.com>. Diakses 20 November 2018.
- Anonim c. Moulds Fact Sheet *Aspergillus Niger*. 2019. <https://www.inspq.qc.ca/en/moulds/fact-sheets/aspergillus-niger>. Diakses pada 10 November 2018.
- Anonim d. Urea. 2019. <https://id.wikipedia.org/wiki/Urea>. Diakses 14 Mei 2019.
- Arora, S.P. 1989. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Edisi 1. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- _____. 1995. Pencernaan Mikroba Pada Ruminansia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2009. Statistik Perkebunan Indonesia 2000-2009 (Kopi), Jakarta.
- Belasco, J.C. 1954. New Nitrogen Compound for Ruminant a Laboratory Evaluation. *J. Anim. Sci.* 13 : 601 – 610.
- Belasco, M.E and C. G. Olentine. 2000. Feeds and Nutrition Complete. The Ensminger Publishing Company, Clovis, California, U.S.A.
- Belgees, A, A.Elmmann, A.M.A. Faded Elseed dan A.M.Salih. 2007. Effect of ammonia and urea treatments on chemical composition and rumen degradability of bagasse. *J. Appl. Sci. Res.* 3: 1359-1362.

- Bödeker, D., Oppelland, G. and Holler, H. 1992. Involvement of carbonic anhydrase in ammonia flux across rumen mucosa in vitro. *Exp. Physiol.* 77: 517-519. DOI: 10.1113/expphysiol.1992.sp003614
- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., and Wotton, M. 1987. Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Caneque, S., Velasco, S. and Sancha, J. L. 1998. Nutritional value and use of ligno-cellulosic feed treated with urea in the ruminant diet. In: *Exploitation of Mediterranean roughage and byproducts*. Antongiovanni M. (Ed). *Options Mediterraneenes 3217: (CIHEAM)*.
- Cheeke, P.R. 2005. *Applied Animal Nutrition Volume ke-2, Feed and Feeding*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Chenost, M. and Kayouli, C. 1997. *Roughage Utilization in Warm Climates*. FAO Animal Production and Health. Rome.
- Church, D.C. 1979. *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant*. John Wiley and Sons. New York.
- Fardiaz S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fathul, F dan S. Wajizah. 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara in vitro. *Jurnal. Jitv* 15(1): 9-15.
- Franson, R.D. 1992. *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. Gadjah Mada University. Press. Yogyakarta.
- _____ 1993. *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. Gadjah Mada University. Press. Yogyakarta.
- Fransistika, Ria. 2012. Pengaruh waktu fermentasi campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* terhadap kandungan protein dan serat kasar ampas sagu. *JKK* 1(1): 35-39.
- Frazier, W.C. and Westhoff, 1981. *Food Microbiology*. 3th Ed. Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.
- General Laboratory Procedures. 1966. *Determination Of Total Volatile Vatty Acids in Rumen Fluid By Steam Destilation*. Departement Of Dairy Science. Univercity Of Wisconsin.

- Granzin, B.C. and G. Dryden. 2003. Effect of alkali, oxidants and urea treatment on the nutritive value Rhodes grass (*Chloris gayana*). *Anim. Feed. Sci. Tech.* 103: 113-122.
- Guntoro, S., M. Raiyasa, Rubiyodan I.N. Suyasa. 2004. Optimalisasi integrasi usaha tani kambing dengan tanaman kopi. *Pros. Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-Ternak*. Denpasar, 20-22 Juli 2003. Puslitbang Perternakan, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali dan CASREN. hlm. 389-395.
- Hartati, E. 1998. *Suplementasi Minyak Lemuru dan Sengke Dalam Ransum yang Mengandung Silase Pod Coklat dan Urea untuk Memacu Pertumbuhan Sapi Program Pascasarjana*. Disertasi. IPB. Bogor.
- Hidayat Chusnul, Sari Darmasiwi, Maulina Nurikasari, Muhammad Nur Cahyanto. 2015. Characterization of *Aspergillus Niger* 65i6 lipase from solid-state fermentation using *Jatropha* seed cake medium. Hidayat et al. *Indonesian Journal of Biotechnology*, December 2015. I.J. Biotech, Vol. 20, No. 2 Vol. 20, No. 2, pp.108-116.
- Hungate, R. E. 1966. *The Rumen Microbial Ecosystem*. Elsevier Applied science. London and New York.
- Huntington, G.B., D.L. Harmon, N.B. Kristensen, K.C. Hanson and J.W. Spears. 2006. Effects of a slowrelease urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Anim. Feed Science Technology*. 130: 225-241.
- Kartadisastra, H.R. 1997. *Penyediaan dan Pengelolaan Pakan Ternak Ruminansia*. Kanisius. Yogyakarta.
- Komar, A. 1984. *Teknologi Pengolahan Jerami Sebagai Makanan Ternak*. Yayasan Dian Grahita. Bandung.
- Kompiang, I.P., A.P. Sinurat, S. Kompiang, T. Purwadaria, and J.Darma. 1994. Nutrition value of protein enriched cassava. *Cassapro. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 7 (2): 22-25.
- Lam, T. B. T., Kadoya, K. and Iiyama, K. 2001. Bonding of hydroxycinnamic acids to lignin: ferulic and p-coumaric acids are predominantly linked at the benzyl position of lignin, not the b-position, in grass cell walls. *Phytochem.* 57 (6): 987-992. doi.org/10.1016/S00319422(01)00052-8.
- Lenhinger, W. W., 1992. *Dasar – Dasar Biokimia I*. Erlangga, Jakarta.
- Liptan , S.R. 2000. *Pembuatan Silase Hijauan*. Universitas Andalas. Sumatra Barat.

- Londra, I.M. dan K.Boga Andri. 2007. Potensi Pemanfaatan Limbah Kopi untuk Pakan Penggemukan Kambing Peranakan Etawah.
- Lopez, R.G. and E.S. Runkle. 2005. Environmental physiology of growth and flowering of orchids. Hort. Science 40(7): 1969-1973.
- Mandels, M., R. 1982. Cellulase. In : D. Pearlman (ed.). Annual Reports on Fermentation Process. 5, 39–44.
- Mastika, I.M. 2011. Potensi limbah pertanian dan industri pertanian untuk makanan ternak. Udayana University Press. Bali. 71-75.
- Mayasari, N. 2009. Pengaruh Penambahan Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffeacaneophora*) Produk Fermentasi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Dalam Ransum Terhadap Konsentrasi VFA Dan NH₃ (*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. Vol. 59. (4) : 815-821.
- McDonald, P., R. A. Edwards, & J. F. D. Greenhalgh. 1995. Animal Nutrition. 4 Edition. Copublished in The United States with John Wiley and Sons, Inc. New York.
- McDonald and C.A. Morgan.2002. Animal Nutrition.5th Edition. Longman Scientific and Technical, Inc. New York.
- Moraes, L.E., Burgos, S.A., DePeters, E.J., Zhang, R. and Fadel, J.G. 2017. Short communication: Urea hydrolysis in dairy cattle manure under different temperature, urea, and pH conditions. J. Dairy Sci., 100 (3): 2388-2394. doi.org/10.3168/jds.2016-11927
- Murni, R., Suparjo, Akmal dan B. L. Ginting. 2008. Teknologi pemanfaatan limbah untuk pakan. Jurnal Zootek. 36 (1) : 218-225.
- Murwandhono, Edhy, Irawati Bachri, dan Darwanto Situmorang. 2006. Uji Nilai Nutrisi Kulit Ubi Kayu yang Difermentasikan dengan *Aspergillus niger*. Jurnal Agribisnis Peternakan. 2 (3): 113-154
- Narasimha, G., Sridevi, A., Viswanath, B., Subosh, C.M & Rajasekhar, R.B. 2006. Nutrient effects on production of cellulolytic enzymes by *Aspergillus niger*. Afr. J. Biotechnol5(5):472–476.
- Nguyen, X.T.,C.X. Dan, L.V. Ly, & F. Sundstol. 1998. Effect of urea concentration, moisture content and duration of treatment on chemical composition of alkali treated rice straw. Livest. Res. Rural. Devel.10 (1). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd10/1/trac101.htm>.

- Nuraini, Sabrina, dan 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.
- Palinggi, N.N. 2009. Penambahan *Aspergillus niger* dalam dedak halus sebagai bahan pakan pada pembesaran ikan kerapu bebek. Prosiding Seminar Nasional Perikanan 2009. Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Sekolah Tinggi Perikanan. Jakarta.
- Pell, A.D., J.R. Cherney and J.S. Jones. 1993. Technical note: Forage In Vitro Dry Matter Digestibility as influenced by Fibre Source in The Donor Cow Diet. *J. Animal Sci* 71.
- Pitriyatin. 2010. Peningkatan Protein Onggok Urea Zeolit yang Difermentasikan oleh *Aspergillus niger* (Cassabio) dengan Penambahan Ammonium Sulfat sebagai Sumber Sulfur. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Poesponegoro, M. 1975. Makanan Hasil Fermentasi. Ceramah Ilmiah LKN-LIPI. Bandung. 4 : 1-9.
- Porres C, Alvares D and Calzada J. 1993. Caffeine reduction in coffe pulp trough silage. *Biotechnology Advantages*. 11:519-523.
- Prihandono, R. 2001. Pengaruh Suplementasi Probiotik Bioplus, Lisinat Zn dan Minyak Man Lemuru Terhadap Tingkat Penggunaan Pakan dan Produk Fermentasi Rumen Domba. (tidak dipublikasi). Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Purwadaria, T., T. Haryati, J. Darma, and T. Pasaribu. 1995. In vitro nutrient value of coconut meal fermented with *Aspergillus niger* NRRL 337 at different enzymatic incubation temperatures. 2nd Conference on Agricultural Biotechnology Jakarta, 13-15 June 1995.
- Purwadaria, T., T. Haryati, J. Darma, S Kompiang, P. Kompiang and A.P. Sinurat. 1994. Pengembangan pembuatan inokulum *Aspergillus Niger* untuk fermentasi cassapro (The development of A. Niger inoculum production for cassapro fermentation). Proc. Nat. Symp. Science and Technology for Animal Husbandry Bogor, Indonesia, pp 727. Abstract in English.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. 2011. Kulit buah kopi yang difermentasi sebagai pakan kambing. <http://www.puslitbangnak.html>. Diakses 15 Mei 2019.
- Rahardi, S. 2009. Pakan Ternak Gembala. BPFE. Yogyakarta.
- Rathinavelu, R. dan G. Graziosi. 2005. Potential alternative uses of coffee wastes and by-products. Italia : ICS-UNIDO, Science Park,

Department of Biology, University of Trieste, Italy.

- Regan. 1997. *Animal Nutrition in Tropic*. Vikas Publishing Hou. New York. Hal 43-45.
- Russel, J. B, R. E. Muck, and P. L. Weimer. 2009. Quantitative analysis of cellulose degradation and growth of cellulolytic bacteria in rumen. Minireview. *FEMS Microbiol Ecol* .67: 183-197.
- Ruswendi, 2011. *Teknologi Pakan Berkualitas untuk Sapi Potong*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bengkulu.
- Satter, R. D. and L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. *British Journal of Nutrition*. 32:199.
- Scopes, R.K. 2002. *Enzyme Activity and Assays*. Mcmillan Publishers Ltd.
- Sinurat. A.P, P. Setiadi, T. Purwadaria, A.R. Setioko dan J. Dharma. 1996. Nilai Gizi Bungkil Inti Sawit Terhadap Penampilan Ayam Pedaging Strain Bromo. Tesis Program Pasca sarjana Unibraw, Malang.
- Sinurat, A.P. 1998. Pemanfaatan lumpur sawit untuk bahan pakan unggas. *Buletin Ilmu Peternakan Indonesia*.13(2): 39-47.
- Siregar, S.B. 1995. *Pengawetan Pakan Ternak*. Panebar Swadaya. Jakarta.
- Soepranianondo, K. 2005. Dampak isi rumen sapi sebagai substitusi rumput raja terhadap produk metabolik pada kambing peranakan etawa. *media kedok hewan*. 21: 94-96.
- Speight, James. 2002. *Chemical Process and Design Handbook*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Sternberg, D. 1975. β -Glucosidase of *Trichoderma*: Its biosynthesis and role in saccharification of cellulose. *J. Am. O. Microbiology. Soc*. 31: 648-654.
- Sundstøl, F. and Coxworth, E. M. 1984. Ammonia treatment. In: Sundstol, F., Owen, E.(Eds). *Straw and Other Fibrous by-Products as Feed*. Elsevier, Amesterdam.196-247.
- Supriyati, T. Pasaribu, H. Hamid dan A. Sinurat. 1998. Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan *Aspergillus niger*. *JITV* 3(3): 165 – 170.
- Sugiyono. 2008. Kadar protein dan serat kasar ampas sagu (*metroxylon sp*) terfermentasi dengan lama pemeraman yang berbeda. *UNDARIS, Ungaran. Jurnal Ilmiah Inkoma* 19 (1) : 11-22.

- Sumarsih. 2003. Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar. Fakultas Pertanian UPN Veteran. Yogyakarta.
- Sumasprastowo. C.D.A. 1993. Ternak domba pedaging dan wol. Bhrata Karya Aksara Jakarta dalam J. Peternakan Integratif. 1(1): 11-18.
- Sutardi T. 1977. Ikhtisar Ruminologi. Bahan Penataran Kursus Peternakan Sapi Perah di Kayu Ambon, Lembang. Bogor: Departemen Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, IPB.
- _____. 1979. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba rumen dan manfaatnya bagi peningkatan produktifitas ternak. Prosiding Seminar Penelitian dan Penunjang Peternakan. Bogor. LPP IPB.
- _____. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi I. Departemen Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- _____. 1983. Standarisasi Mutu Protein Bahan Makanan Ruminansia Berdasarkan Parameter Metabolismenya oleh Mikroba Rumen. Fakultas Peternakan, IPB. Bogor.
- _____. 2003. Ketahanan Protein Bahan Makanan Terhadap Degradasi Rumen dan Manfaatnya Bagi Peningkatan Produktifitas Ternak. Prosiding Seminar. Lembaga Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Departemen Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutrisno, T.R. 2002. Ilmu Bahan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Suwarno, J. 2008. Pengaruh Rasio Pemberian Pakan Yang Berbeda Terhadap Produksi VFA dan NH_3 Rumen Serta Kapasitas Lambung Domba Jantan Lokal. Skripsi. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tanuwiria, U. H., D. C. Budi Nuryanto, S. Darodjah dan W. S. Putranto. 2006. Studi suplemen kompleks mineral minyak dan mineral-organik dan pengaruhnya terhadap fermentabilitas dan pencernaan ransum in vitro serta pertumbuhan pada domba jantan. Jurnal Protein. 14 (2) : 167 – 176.
- Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for in the in vitro digestion of forage crops. J. Grassland Soc. 18 : 104.
- Tillman, A.D., Hartadi, H., Reksohadiprodjo, S., Prawirokusumo, S., dan Lebdoesoekojo, S. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Trach, N.X., Dan, C. X., Ly, L. V. and Sundstol, F. 1998. Effect of urea concentration, moisture content and duration of treatment on chemical

- composition of alkali treated rice straw. *Livest. Res. Rural Devel.* 10 (1): 1-2.
- Van Soest, P.J. 2006. Rice straw the role of silica and treatment to improve quality. *J.Anim.Feed. Sci. And Technology* Volume 130. 137-171.
- Widyobroto B. P., S. P. S. Budhi dan A. Agus. 2007. Pengaruh aras undegraded protein dan energy terhadap kinetik fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba pada sapi. *Journal Indonesian Tropic Animal Agriculture* 32(3): 194-200.
- Widyotomo, Sukrisno. 2012. Optimizing of Temperature and Concentration of Solvent For Coffee Decaffeination Using Response Surface Methodology, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember.
- Wina, E. 2005. Teknologi Pemanfaatan mikroorganismes dalam pakan untuk meningkatkan produktivitas ternak ruminansia di Indonesia. Sebuah Review. *Wartazoa* Vol 15. No 4. Balitnak. Bogor.
- Winarno, F.G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz, 1980. Pengantar Teknologi Pangan. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Zain, M. 2009. Substitusi rumput lapangan dengan kulit buah coklat amoniasi dalam ransum domba lokal. *Jurnal Media Peternakan.* 32 (1): 47-52.
- Zain, M., Elihasridas dan D. Mangunwidjaja. 2005. Pengaruh suplementasi daun ubi kayu terhadap fermentabilitas dan pencernaan in vitro ransum berpakan serat sawit hasil amoniasi dengan urea. *J. Tek. Ind. Peternakan.* 15 (2): 54-59.