



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

**TOLERANSI MIKROBA RUMEN KAMBING DAN DOMBA  
TERHADAP BAHAN ANTINUTRISI BUNGKIL BIJI  
JARAK PAGAR (*Jatropha curcas L.*) YANG  
DITAMBAHKAN KE DALAM RANSUM  
BERDASARKAN FERMENTABILITAS  
DAN KECERNAAN *in vitro***

**SKRIPSI**

**HANIFAH BULWafa**



**DEPARTEMEN ILMU NUTRISI DAN TEKNOLOGI PAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2010**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## RINGKASAN

HANIFAH BULWafa. D24051770. 2010. **Toleransi Mikroba Rumen Kambing dan Domba terhadap Bahan Antinutrisi Bungkil Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) yang Ditambahkan ke dalam Ransum Berdasarkan Fermentabilitas dan Kecernaan *in vitro***. Skripsi. Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Pembimbing Utama : Ir. Anita S. Tjakradidjaja, M.Rur.Sc.  
Pembimbing anggota : Dr. Ir. Ibnu Katsir Amrullah, MS.

Bungkil biji jarak dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena merupakan sumber protein bagi ternak ruminansia dengan PK berkisar 50-58% (Aderibigbe *et al.*, 1997), ketersediaannya banyak dan tidak bersaing dengan manusia. Selain mengandung protein tinggi, bungkil biji jarak pagar juga mengandung zat antinutrisi dan toksin yang dapat menghambat proses pencernaan ternak. Toksin yang terkandung dalam bungkil biji jarak pagar adalah *curcin*, *lectin*, *flavonoids*, *vitexin*, *isovitexin* dan *12-deoxyl-16-hydroxyphorbol* (Aregheore *et al.*, 2003). Toleransi ternak kambing dan domba terhadap zat antinutrisi dalam bungkil biji jarak pagar ini belum diketahui sehingga perlu adanya penelitian tentang level pemberian ekstrak antinutrisi pada ransum ternak domba dan kambing. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari toleransi mikroba rumen kambing dan domba terhadap ekstrak antinutrisi yang ditambahkan ke dalam ransum berdasarkan fermentabilitas dan kecernaan *in vitro*.

Penelitian ini dilaksanakan selama 8 bulan di Laboratorium Biokimia, Fisiologi dan Mikrobiologi Nutrisi, Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Perah, dan Laboratorium Terpadu, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial 2 x 4 x 2 dengan 3 ulangan dan dilakukan dua kali (duplo). Faktor A adalah cairan rumen ternak kambing dan domba. Faktor B adalah tingkat pemberian ekstrak antinutrisi bungkil biji jarak pagar dalam ransum yaitu 0%, 1%, 2% dan 3% (v/v). Faktor C adalah waktu inkubasi 0 dan 3 jam. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA), perbedaan antar perlakuan diuji dengan ortogonal kontras.

Konsentrasi VFA, konsentrasi amonia dan populasi protozoa tidak dipengaruhi oleh cairan rumen. Populasi bakteri total cairan rumen kambing lebih tinggi dibandingkan dengan cairan rumen domba ( $P < 0,01$ ). Pengaruh interaksi antara cairan rumen dan waktu inkubasi terjadi pada populasi protozoa, semakin lama waktu inkubasi akan meningkatkan populasi protozoa cairan rumen kambing dan domba ( $P < 0,01$ ). Kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan organik dipengaruhi oleh cairan rumen dimana cairan rumen domba nyata lebih tinggi dibandingkan dengan cairan rumen kambing ( $P < 0,01$ ). Waktu inkubasi tidak mempengaruhi kecernaan dan fermentabilitas kecuali pada konsentrasi amonia, semakin lama waktu inkubasi konsentrasi amonia semakin meningkat ( $P < 0,01$ ). Penambahan ekstrak antinutrisi dalam ransum hingga 3 % secara *in vitro* meningkatkan fermentabilitas (VFA dan amonia) dan kecernaan (KCBK dan KCBO), akan tetapi peningkatan ini tidak signifikan. Kesimpulan penelitian ini adalah pemberian ekstrak antinutrisi BBJP sampai 3% ke dalam ransum tidak mempengaruhi fermentabilitas dan



kecernaan *in vitro* menggunakan cairan rumen kambing dan domba. Dengan demikian, mikroba rumen kambing dan domba cukup toleran terhadap bahan antinutrisi BBJP.

Kata-kata kunci : *Jatropha curcas*, fermentabilitas, antinutrisi, kambing, domba.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

#### Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## ABSTRACT

### Tolerance of Rumen Microbe from Goat and Sheep to Additional Antinutrition Extract of *Jatropha curcas* meal into Diet based on *in vitro* Fermentability and Digestibility

H. Bulwafa, A. S. Tjakradidjaja, and I. K. Amrullah

This experiment intends to investigate the tolerance of microbe from the rumen of goat and sheep to antinutrition extract of *Jatropha curcas*. Antinutritive components from *Jatropha curcas* meal include curcin, saponin, tannin, and alkaloid. The experimental design was Factorial Randomized Block Design 2×4×2 with three replications. The first factor was source of rumen microbes which was taken from goat and sheep rumen. The second factor was feed treatments containing the level of antinutrition extract (0%, 1%, 2% and 3 % v/w). The third factor was time of incubation (0 and 3 hours). The data obtained were analyzed using the analysis of variance (ANOVA), and the differences between treatments were tested by contrast orthogonal. The results showed that VFA concentration, ammonia concentration and protozoal population were not affected by rumen fluid sources. The total bacterial population obtained from goat rumen fluid were significantly ( $P < 0.01$ ) higher than those from sheep rumen fluid. In contrast to dry matter and organic matter digestibilities which obtained from sheep rumen fluid were significantly ( $P < 0.01$ ) higher than those from goat rumen fluid. Time of incubation affected ammonia concentrations. Concentration of ammonia increased with incubation time ( $P < 0.01$ ). In addition, antinutrition level did not affect ammonia and VFA concentrations, total protozoa populations, total bacterial populations, dry matter and organic matter digestibilities. The conclusion was that the addition of antinutritive compounds from *Jatropha curcas* meal up to 3% did not have negative effects on *in vitro* fermentability and digestibility. Therefore, the microbes from the rumen fluids of goat and sheep can tolerate antinutritive compounds isolated from *Jatropha curcas* meal up to 3% level.

Key words : *Jatropha curcas*, fermentability, antinutritive, goat, sheep.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

**TOLERANSI MIKROBA RUMEN KAMBING DAN DOMBA  
TERHADAP BAHAN ANTINUTRISI BUNGKIL BIJI  
JARAK PAGAR (*Jatropha curcas L.*) YANG  
DITAMBAHKAN KE DALAM RANSUM  
BERDASARKAN FERMENTABILITAS  
DAN KECERNAAN *in vitro***

**HANIFAH BULWafa**

**D24051770**

**Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada  
Fakultas Peternakan  
Institut Pertanian Bogor**

**DEPARTEMEN ILMU NUTRISI DAN TEKNOLOGI PAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2010**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi : Toleransi Mikroba Rumen Kambing dan Domba terhadap Bahan Antinutrisi Bungkil Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) yang Ditambahkan ke dalam Ransum Berdasarkan Fermentabilitas dan Kecernaan *in vitro*

Nama : Hanifah Bulwafa

NIM : D24051770

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Menyetujui :

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Ir. Anita S. Tjakradidjaja, M.Rur. Sc.  
NIP. 19610930 198603 2 003

Dr. Ir. Ibnu Katsir Amrullah, MS.  
NIP. 19521110 198003 1 004

Mengetahui :

Ketua Departemen  
Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan  
Fakultas Peternakan IPB

Dr. Ir. Idat Galih Permana, M. Sc.  
NIP. 19670506 199103 1 001

Tanggal Ujian : 05 Mei 2010

Tanggal Lulus :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Manado, Sulawesi Utara pada tanggal 09 Juni 1987. Penulis merupakan putri pertama dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Muhiddin Bulwafa dan Ibu Djum Nasaru. Penulis mengawali pendidikan di TK Islamic Center, Manado dan menyelesaikannya pada tahun 1993. Kemudian melanjutkan pendidikan dasar yang diselesaikan pada tahun 1999 di SDN II Manado, Sulawesi Utara. Penulis diterima di SLTP N 1, Manado, Sulawesi Utara pada Tahun 1999 sampai dengan 2002. Pada tahun 2005 penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di Madrasah Aliyah Alkhairaat Pusat Palu, Sulawesi Tengah.

Masih di tahun yang sama, penulis diterima di Institut Pertanian Bogor sebagai mahasiswa Tingkat Persiapan Bersama melalui jalur Beasiswa Utusan Daerah Departemen Agama. Pada tahun 2006, penulis diterima sebagai mahasiswa program Mayor-Minor di Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan dengan Minor Budidaya dan Pengolahan Hasil Ternak Pedaging. Selama menempuh pendidikan, penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Nutrisi dan Makanan Ternak (HMASITER) periode 2007-2008 sebagai anggota Biro Pengembangan Sumber Daya manusia (PSDM) dan beberapa kepanitiaan dalam acara yang diselenggarakan di lingkungan kampus IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat serta karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Program Studi Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Skripsi ini berjudul “Toleransi Mikroba Rumen Kambing dan Domba terhadap Bahan Antinutrisi Bungkil Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) yang Ditambahkan ke dalam Ransum Berdasarkan Fermentabilitas dan Kecernaan *in vitro*”. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia, Fisiologi dan Mikrobiologi Nutrisi, Laboratorium Nutrisi Ternak Perah dan Laboratorium Terpadu, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor selama 6 bulan dari bulan Juli 2009 hingga bulan Januari 2009.

Produktivitas tanaman jarak menghasilkan minyak sebanyak 2,5–5 ton minyak / ha / tahun yang dapat digunakan sebagai bioediesel. Hasil samping dari pembuatan biodiesel yang melimpah ruah ini dikenal sebagai bungkil biji jarak pagar yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Akan tetapi pemanfaatan BBJP ini memiliki keterbatasan pada zat antinutrisi yang terkandung didalamnya. Zat antinutrisi dan racun ini dapat memberikan efek negatif dalam proses pencernaan ternak ruminansia. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan mempelajari toleransi mikroba rumen kambing dan domba terhadap ekstrak antinutrisi berdasarkan fermentasi mikroba rumen dan pencernaan *in vitro*.

Skripsi ini memang masih jauh dari sempurna. Namun demikian semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagai sumber informasi. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah ikut berperan serta sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Bogor, Mei 2010

Penulis

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
ABSTRACT .....	ii
RIWAYAT HIDUP .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
PENDAHULUAN	
Latar Belakang .....	1
Manfaat .....	2
Tujuan .....	2
TINJAUAN PUSTAKA	
Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas L.</i> ).....	3
Antinutrisi dalam Bungkil Biji Jarak Pagar .....	8
Detoksifikasi Bahan Antinutrisi BBJP.....	10
Fermentasi dalam Rumen .....	12
Produksi VFA.....	13
Produksi NH <sub>3</sub> .....	16
Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik .....	18
METODE	
Lokasi dan Waktu .....	20
Materi	
Bahan .....	20
Alat .....	20
Rancangan Percobaan	
Perlakuan .....	20
Model .....	21
Peubah yang diamati .....	22
Prosedur	
Ekstraksi Antinutrisi Bungkil Biji Jarak Pagar .....	22
Fermentasi <i>in vitro</i> .....	24
VFA Total .....	24
NH <sub>3</sub> Total.....	25
Populasi Bakteri Total .....	25
Populasi Protozoa Total.....	26
Analisis KCBK dan KCBO .....	27

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Nutrien Ransum Penelitian .....	28
Konsentrasi Amonia .....	30
Konsentrasi VFA .....	33
Populasi Bakteri Total.....	36
Populasi Protozoa Total .....	39
Kecernaan Bahan Kering .....	43
Kecernaan Bahan Organik .....	45

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan .....	47
Saran .....	47

## UCAPAN TERIMA KASIH .....

48

## DAFTAR PUSTAKA.....

49

## LAMPIRAN .....

53

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta dilindungi IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Komposisi Kimia (%BK) dan Beberapa Nutrisi dari Bungkil Biji Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> L.) yang telah Diekstraksi.....	6
2.	Komposisi Nutrien dan Fraksi Serat BBJP tanpa Cangkang, BBJP dengan Cangkang dan Cangkang Biji Jarak Pagar.....	7
3.	Beberapa Zat Toksik dan Antinutrisi dalam Bungkil Biji Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> L.) .....	8
4.	Kandungan Nutrien Ransum Penelitian.....	28
5.	Rataan Konsentrasi Amonia (mM) pada Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP dari 0-3 Jam Waktu Inkubasi ..	30
6.	Rataan Konsentrasi VFA (mM) pada Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP dari 0-3 Jam Waktu Inkubasi ..	34
7.	Rataan Populasi Bakteri Total ( $\times 10^7$ CFU/ml) pada Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP dari 0-3 Jam Waktu Inkubasi.....	36
8.	Rataan Populasi Protozoa Total ( $\times 10^4$ sel/ml) pada Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP dari 0-3 Jam Waktu Inkubasi.....	39
9.	Rataan Kecernaan Bahan Kering Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP <i>in vitro</i> (%) .....	43
10.	Rataan Kecernaan Bahan Organik Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP <i>in vitro</i> (%).....	45

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	<i>Jatropha curcas</i> .....	3
2.	Skema Fermentasi Karbohidrat dalam Rumen .....	14
3.	Pencernaan dan Metabolisme Komponen Nitrogen dalam Rumen ..	16
4.	Skema Ekstraksi Antinutrisi dari Bungkil Biji Jarak Pagar .....	23
5.	Populasi Protozoa Total ( $\times 10^4$ sel/ml) pada Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP dari 0-3 Jam Waktu Inkubasi ..	42

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Komposisi Pembuatan Larutan Buffer Fosfat-NaCl pH 7,2 Dingin yang Mengandung 0,2 M NaCl .....	54
2.	Komposisi dan Pembuatan Garam Formalin .....	54
3.	Komposisi dan Pembuatan Media .....	54
4.	Komposisi dan Cara Pembuatan Larutan McDougall .....	55
5.	Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Konsentrasi Amonia.....	57
6.	Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Konsentrasi VFA Total .....	58
7.	Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Populasi Bakteri Total.....	59
8.	Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Populasi Protozoa .....	60
9.	Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan Bahan Kering.....	61
10.	Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan Bahan Organik.....	61

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pakan merupakan aspek penting yang perlu diperhatikan untuk mewujudkan keberhasilan dalam suatu peternakan. Pakan yang dikonsumsi ternak berbeda-beda. Ruminansia umumnya mengkonsumsi bahan pakan yang berasal dari hijauan baik berupa rumput-rumputan maupun leguminosa. Hijauan yang dikonsumsi ternak ruminansia diharapkan dapat memenuhi kecukupan nutrisi bagi ternak tersebut. Hijauan dapat bermanfaat sebagai sumber energi, protein dan sumber zat makanan lainnya. Kecukupan hijauan di negara tropis seperti Indonesia sangat fluktuatif tergantung dari kondisi klimatologi dan ketersediaannya. Selain itu kendala yang dihadapi dalam suatu peternakan adalah tingginya harga pakan sehingga diperlukan adanya pakan alternatif dengan harga yang lebih murah dan dapat mencukupi kebutuhan nutrisi ternak.

Pakan alternatif yang biasa digunakan adalah yang berasal dari limbah industri pertanian. Bungkil biji jarak pagar merupakan hasil samping dari pengolahan minyak jarak sebagai sumber biodiesel. Biodiesel yang berasal dari minyak jarak ini telah diperhatikan oleh pemerintah sebagai alternatif bahan bakar minyak. Dengan adanya konversi ke minyak jarak secara besar-besaran, maka limbah yang dihasilkan pun akan lebih banyak. Selain dimanfaatkan minyaknya, bungkil biji jarak pagar juga mengandung nilai nutrisi yang tinggi dan lebih ekonomis apabila protein dari bungkil biji jarak pagar ini ditambahkan ke pakan ternak. Akan tetapi pemanfaatan protein dari bungkil biji jarak pagar harus memperhatikan kandungan racun yang terkandung dalam bungkil. Apabila racun dari bungkil biji jarak pagar dapat dihilangkan maka akan sangat ekonomis diberikan ke ternak sebagai sumber protein pakan (Becker dan Makkar, 1998). Bungkil biji jarak dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena merupakan sumber protein bagi ternak ruminansia, ketersediaannya banyak yaitu sekitar 61,66% dari biji jarak (Triastuty, 2007) dan tidak bersaing dengan manusia.

Bungkil biji jarak pagar sebagai pakan bagi ternak ruminansia sangat besar manfaatnya yaitu sebagai sumber protein bagi ternak. Selain mengandung protein tinggi, bungkil biji jarak pagar juga mengandung zat antinutrisi dan toksin yang dapat menghambat proses pencernaan ternak. Toksin yang terkandung dalam bungkil



biji jarak pagar adalah *curcin*, *lectin*, *flavonoids*, *vitexin*, *isovitexin* dan *12-deoxyl-16-hydroxyphorbol* (Aregheore *et al.*, 2003).

Kemampuan ternak ruminansia berbeda-beda dalam hal memanfaatkan pakan yang mengandung zat antinutrisi. Toleransi ternak kambing dan domba terhadap zat antinutrisi dalam bungkil biji jarak pagar ini belum diketahui sehingga perlu adanya penelitian tentang level pemberian ekstrak antinutrisi dalam ransum ternak domba dan kambing. Pemberian ekstrak antinutrisi dengan level yang berbeda-beda bertujuan untuk mengetahui batas maksimal dari antinutrisi yang dapat ditolerir oleh ternak domba dan kambing. Dengan adanya pengetahuan ini diharapkan dapat memaksimalkan penggunaan bungkil biji jarak sebagai pakan sumber protein bagi ternak domba dan kambing serta dapat mengurangi gangguan pencernaan akibat penyerapan zat antinutrisinya.

### Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari toleransi mikroba rumen kambing dan domba terhadap ekstrak antinutrisi yang ditambahkan ke dalam ransum berdasarkan fermentabilitas dan pencernaan *in vitro*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta dilindungi IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

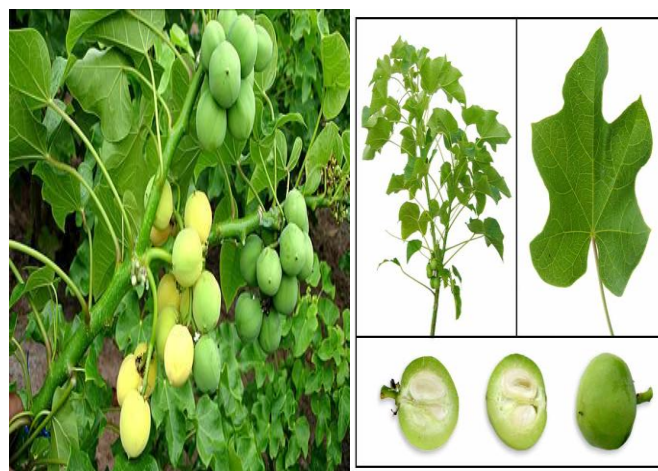
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Tanaman ini merupakan tanaman asli daerah Amerika tengah dan Meksiko, akan tetapi tanaman ini juga tersebar di daerah Amerika latin, Asia maupun Afrika sebagai tanaman pagar (Heller, 1996). Di Indonesia terdapat berbagai jenis tanaman jarak antara lain jarak kepyar (*Ricinus communis*), jarak bali (*Jatropha podagrica*), jarak ulung (*Jatropha gossypifolia* L.) dan jarak pagar (*Jatropha curcas*). Diantara jenis tanaman jarak tersebut yang memiliki potensi sebagai penghasil minyak bakar (*biofuel*) adalah jarak pagar (*Jatropha curcas*). Jarak pagar tersebar di seluruh wilayah di Indonesia dengan nama daerah yang berbeda-beda (Hariyadi, 2005). Klasifikasi dari tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Rosidae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Jatropha</i>
Spesies	: <i>Jatropha curcas</i> L. (Plantamor, 2009).



Gambar 1. *Jatropha curcas*



Produktivitas tanaman jarak di Indonesia berkisar antara 3,5 – 4,5 kg biji / pohon / tahun. Produksi akan stabil setelah tanaman berumur lebih dari 1 tahun. Dengan tingkat populasi tanaman antara 2500 – 3300 pohon / ha, maka tingkat produktivitas antara 8 – 15 ton biji / ha. Jika rendemen minyak sebesar 35 % maka setiap ha lahan dapat diperoleh 2,5 – 5 ton minyak / ha / tahun (Haryadi, 2005). Berat bibit tanaman ini yaitu sekitar 0,75 gram yang terdiri dari 60 % biji jarak. Berdasarkan laporan tentang komposisi kimia biji jarak, biji jarak mengandung protein 27 – 32 % dan lemak 58-60%. Bungkil biji jarak pagar mengandung protein sekitar 53-58 % protein kasar (Aderibigbe *et al.*, 1997).

Biji jarak pagar yang berasal dari Lampung, Kebumen dan Lombok Timur setelah dipisahkan antara fraksi minyak dan residunya (bungkil) menghasilkan minyak jarak sebesar 38,34% dan bungkil biji jarak pagar (BBJP) sebesar 61,66% (Triastuty, 2007). Triastuty (2007) menambahkan komposisi kimiawi BBJP dari ketiga daerah tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan bungkil kedelai kecuali pada kandungan protein kasar. Namun, apabila kandungan protein kasar dihitung berdasarkan persentase bahan kering tanpa lemak (% *Solid Non Fat*), bungkil kedelai memiliki kandungan protein kasar yang lebih rendah dibandingkan dengan BBJP.

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn) menghasilkan biji yang terdiri dari 60% (b/b) inti biji dan 40% (b/b) kulit. Biji jarak pagar mengandung sekitar 32-35% minyak sehingga dapat diekstrak menjadi minyak dengan cara mekanis ataupun ekstraksi menggunakan pelarut seperti heksana. Minyak jarak pagar (*curcas oil*) merupakan jenis minyak yang memiliki komposisi trigliserida mirip dengan minyak kacang tanah. Tidak seperti jarak dalam (*Ricinus communis*), kandungan asam lemak esensial dalam minyak jarak pagar cukup tinggi sehingga minyak jarak pagar seharusnya dapat dikonsumsi sebagai minyak makan (*edible oil*) dengan syarat komponen *phorbolester* dan *curcin* di minyak jarak dapat dihilangkan. *Phorbolester* dan *curcin* bersifat racun dan memiliki karakteristik insektisida dan moluskisida (Somantri, 2008).

Minyak yang dihasilkan dari jarak pagar sangat potensial sebagai bahan bakar alternatif. Bahan bakar diesel adalah hidrokarbon yang mengandung 8-10 atom karbon per molekul sedangkan yang berasal dari jarak pagar mengandung 16-18 atom karbon per molekul, sehingga lebih kental dan mempunyai daya pembakaran

yang rendah. Keuntungan minyak jarak pagar sebagai biodiesel antara lain tidak termasuk kategori minyak makan (*edible oil*) sehingga pemanfaatannya tidak mengganggu penyediaan kebutuhan minyak makan dan dapat dikembangkan di daerah kering dan lahan marginal. Disamping itu terdapat manfaat lain yang dapat dikembangkan yaitu sebagai bahan untuk pembuatan sabun, obat-obatan, bahan kimia dan bungkil/ampasnya untuk pupuk organik karena mengandung Nitrogen (N) dan bahan-bahan organik lainnya (Smeccda, 2010).

Varietas tanaman jarak pagar yang bersifat non toksik berasal dari Meksiko dan tanaman di Zimbabwe menghasilkan biji yang dapat dijadikan makanan ternak. Di Zimbabwe, tepung biji dapat dijadikan pupuk yang mengandung 6% N, 3% P dan 1% K, disamping itu juga mengandung Kalsium dan Magnesium. Satu ton tepung biji mengandung 0,15 ton NPK dengan perbandingan 40 : 20 : 10. Getah jarak pagar banyak mengandung tannin (18%) yang digunakan sebagai obat kumur dan gusi berdarah serta obat luka, sedang biji jarak pagar mengandung 35-45 % minyak kurkas (*curcas oil*) dan senyawa protein racun keras (*toxalbumin*) yang digunakan sebagai obat gosok untuk penyakit encok dan daunnya untuk obat luka pada penyakit kulit. Disamping sebagai tanaman pagar juga untuk tanaman penghijauan disepanjang jalan karena daunnya tidak disukai hewan ternak sehingga dapat melindungi tanaman utama (Smeccda, 2010).

Selain dimanfaatkan minyaknya, bungkil biji jarak pagar juga mengandung nilai nutrisi yang tinggi dan lebih ekonomis apabila protein dari bungkil biji jarak pagar ini ditambahkan ke pakan ternak. Akan tetapi pemanfaatan protein dari bungkil biji jarak pagar harus memperhatikan kandungan racun yang terkandung dalam bungkil. Apabila racun dari bungkil biji jarak pagar dapat dihilangkan maka akan sangat ekonomis diberikan ke ternak sebagai sumber protein pakan (Becker dan Makkar, 1998). Bungkil biji jarak mengandung nilai nutrisi yang tinggi yang hampir sebanding dengan bungkil kedelai (Makkar *et al.*, 1998).

Menurut Makkar *et al.* (1998), komposisi kimia (%BK) bungkil biji jarak (*Jatropha curcas* L.) untuk varietas tidak beracun terdiri dari 60% protein kasar, 1,5% lemak, 9,6% abu dan 18,2 MJ/kg Gross Energy, sedangkan pada varietas yang beracun terdiri dari 63% protein kasar, 1% lemak, 9,8% abu dan 18 MJ/kg Gross

Energy (Tabel 1). Dari data tersebut tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam kandungan nutrisi kedua varietas kecuali dalam IVRDN (%).

Tabel 1. Komposisi Kimia (%BK) dan Beberapa Nutrisi dari Bungkil Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) yang telah Diekstraksi

	Varietas Tidak Beracun	Varietas Beracun
Protein Kasar	60	63
Lemak	1,5	1,0
Abu	9,6	9,8
NDF	9,0	9,1
ADF	7,0	5,7
Gross Energy (MJ/kg)	18,2	18,0
Kecernaan Bahan Kering (%)	78	77,3
Energi Metabolis (MJ/kg BK)	10,9	10,7
IVRDN (%) **	43,3	28,9
Total Degradabilitas Protein (%)	80,5	81,1

Sumber : Makkar *et al.* (1998)

Keterangan : \*\* IVRDN (*In Vitro* Rumen Degradable Nitrogen) = Nitrogen terdegradasi pada inkubasi 24 jam  
 NDF (Neutral Detergent Fibre)  
 ADF (Acid Detergent Fibre)

Hasil yang diperoleh Makkar *et al.* (1998) berbeda dengan Tjakradidjaja *et al.* (2007), yaitu hasil Makkar *et al.* (1998) menunjukkan bahwa BBJP memiliki kadar protein kasar (63% BK) lebih tinggi, dan kadar lemak kasarnya (1% BK) lebih rendah. Perbedaan dalam komposisi nutrisi dapat terjadi karena sampel yang digunakan berbeda sumbernya, yang meliputi perbedaan dalam hal asal daerah yang berkaitan dengan kesuburan tanah, waktu panen buah/biji, pengupasan cangkang dan proses pembuatan minyak jarak (Makkar *et al.*, 1998). Tjakradidjaja *et al.* (2007) menyatakan bahwa bungkil biji jarak pagar tanpa cangkang memiliki kandungan protein kasar yang lebih tinggi dibandingkan dengan cangkang, akan tetapi memiliki serat kasar yang lebih rendah daripada dengan cangkang (Tabel 2). Kandungan fraksi serat yang tinggi juga dapat menjadi faktor pembatas dalam ransum ternak. Pengupasan cangkang dari biji jarak pagar tidak dilakukan dalam proses ekstraksi minyak jarak karena pemisahan cangkang dari biji jarak membutuhkan tenaga dan biaya ekstra yang relatif besar. Akan tetapi adanya cangkang dalam proses ekstraksi minyak jarak melalui cara pengepresan dapat meningkatkan produk minyak jarak yang dihasilkan.

Tabel 2. Komposisi Nutrien dan Fraksi Serat BBJP tanpa Cangkang, BBJP dengan Cangkang dan Cangkang Biji Jarak Pagar

Kandungan Nutrien	BBJP tanpa Cangkang	BBJP dengan Cangkang	Cangkang BJP
Bahan Kering (%)	86,26	89,71	88,31
Komposisi bahan kering			
Abu (% BK)	7,71	5,20	4,22
Protein Kasar (% BK)	37,56	24,28	10,21
Lemak Kasar (% BK)	35,02	15,99	5,71
Serat Kasar (% BK)	7,23	38,49	59,62
Beta- N (% BK)	12,47	16,06	20,24
Fraksi serat			
NDF (% BK)	16,30	57,64	93,40
Hemiselulosa (% BK)	0,72	10,45	12,48
ADF (% BK)	15,86	46,78	80,90
Selulosa (% BK)	11,31	19,22	34,85
Lignin (% BK)	4,51	23,98	46,00
Silika (% BK)	0,01	3,51	0,03

Sumber : Tjakradidjaja *et al.* (2007)

Penelitian Dewi (2007) menyimpulkan bahwa mikroba rumen berbagai ternak ruminansia (sapi, kerbau, domba, kambing) memiliki toleransi yang hampir sama terhadap pemakaian BBJP berdasarkan perubahan konsentrasi amonia dan VFA (fermentabilitas), populasi bakteri dan protozoa total (mikroba rumen) dari 0-24 jam waktu inkubasi, serta tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik. Menurut Ulya (2007), penggunaan BBJP pada ternak ruminansia berpengaruh pada konsentrasi  $\text{NH}_3$ , produksi VFA total, populasi protozoa dan populasi bakteri proteolitik. Mikroba ternak kambing lebih toleran terhadap pemakaian BBJP dibandingkan mikroba ternak sapi, kerbau dan domba.

Rakshit *et al.* (2008) menyatakan bahwa tikus yang diberi pakan berupa BBJP tanpa cangkang dan tanpa lemak hingga 17,82 % dalam ransum akan menyebabkan kematian pada hari ke 9 dan hari ke 10. Selain itu pada hari ke 4, ternak mulai menunjukkan gejala kurang nafsu makan dan diare. Pemberian BBJP yang telah didetoksifikasi dengan menggunakan NaOH 2 % atau  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  pada ransum tikus akan mengurangi dampak kematian. Pemberian BBJP hingga 0,1 % dalam ransum anak kambing Nubian akan menyebabkan diare, dysponia, kekurangan bobot badan, gangguan pada mata hingga menyebabkan kematian (Abdel Gadir *et al.* 2002). Hasil penelitian Fajariah (2007) menunjukkan bahwa pemberian BBJP

yang telah didetoksifikasi pada mencit menyebabkan penurunan bobot badan yang drastis dan diakhiri oleh kematian. Penggunaan BBJP sampai taraf 5% dalam ransum mencit tidak menimbulkan pengaruh negatif, akan tetapi penggunaan BBJP pada taraf 10% dan 15% mengakibatkan kematian pada mencit masing-masing setelah 45 dan 21 hari penelitian (Fachrudin, 2007).

### Antinutrisi dalam Bungkil Biji Jarak Pagar

Racun yang terkandung dalam bungkil biji jarak pagar adalah *lectin*, *flavonoids*, *vitexin*, *isovitexin* dan *12-deoxyl-16-hydroxyphorbol* (Aregheore *et al.*, 2003). Menurut Makkar *et al.* (1998), kandungan antinutrisi biji jarak pagar mencakup *phorbolester*, kursin atau *lectin*, *phenol*, tanin, *phytat*, saponin dan anti-trypsin. Akan tetapi kandungan antinutrisi ini berbeda untuk setiap varietas. Varietas beracun memiliki antinutrisi seperti *phorbolester* dan lektin yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas tidak beracun (Tabel 3).

Tabel 3. Beberapa Zat Toksik dan Antinutrisi dalam Bungkil Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Komponen	Varietas beracun	Varietas tidak beracun
<i>Phorbolester</i> (mg/g biji)	2,79	ND* - 0,11
Total fenol (% setara tannic acid)	0,36	0,22
Tanin (% setara tannic acid)	0,04	0,02
Phytate (% BK)	9,40	8,90
Saponin (% diosgenin equivalent)	2,60	3,40
Anti tripsin (mg anti tripsin/g sampel)	21,3	26,5
Lektin (1 mg bungkil yang menyebabkan hemaglutinasi/ml media coba)	102	51

Sumber: Makkar *et al.* (1998)

\*ND (*Not Detected*) = Tidak Terdeteksi

*Lectin* merupakan protein yang terkandung dalam biji tanaman atau terdapat dalam bagian-bagian tertentu lainnya yang mengikat dengan glycoprotein dan glycolipid pada permukaan sel hewan (Medical Dictionary, 2009). *Lectin* merupakan antinutrisi yang terkandung dalam legum yang menghambat pencernaan protein pada hewan monogastrik (Saunders Comprehensive Veterinary Dictionary, 2007). Penelitian terakhir melaporkan bahwa *lectin* bukanlah racun utama yang terdapat dalam bungkil biji jarak pagar. Bungkil biji jarak pagar mengandung aktivitas *trypsin*

*inhibitor* dan *lectin* yang tinggi akan tetapi dapat dikurangi dengan perlakuan panas (Aderibigbe *et al.*, 1997).

*Curcin* atau *lectin* diketahui mempunyai peranan penting dalam sistem kekebalan dengan mengenali karbohidrat khusus yang ditemukan pada patogen atau sebagai penghambat pada sel inang. *Curcin* atau *lectin* pada hewan berperan pada pengikatan cairan ekstraseluler dan intraseluler glikoprotein. Beberapa fungsi biologis dari *curcin* atau *lectin* antara lain mengatur pelekatan sel, mensintesis glikoprotein dan mengontrol level protein dalam darah (Wikipedia, 2008). Lin *et al.* (2003) menyatakan bahwa *curcin* termasuk dalam kelompok RIP (*Ribosome-inactivating Protein*) tipe I, protein berantai tunggal. RIP (*Ribosome-inactivating Protein*) merupakan protein yang dapat menginaktivasi ribosom, RIP tipe I terdiri dari rantai tunggal peptida dengan massa relatif 28000-35000 dan memiliki titik isoelektrik pada pH 8-10 dengan atau tanpa karbohidrat. Akan tetapi hal ini belum tentu terbukti karena *curcin* memiliki aktivitas biologi dan aktivitas enzimatis. Lin *et al.* (2003) menyatakan bahwa *curcin* dapat berfungsi sebagai pengikat dari glikoprotein (biomolekul yang merupakan gabungan dari protein dan karbohidrat) pada permukaan sel. Mekanisme *curcin* berhubungan dengan aktivitas *N-glycosidase* yang kemudian dapat mempengaruhi metabolisme. Selain itu, *curcin* bersifat anti inhibitor yang kuat terhadap sintesa protein.

Kandungan *curcin* BBJP dari beberapa daerah di Indonesia bervariasi antara 0,67% - 0,72%. Kandungan *curcin* atau *lectin* ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan *lectin* pada bungkil kedelai mentah yang diekstraksi lemaknya yaitu sebesar 0,225%. Kandungan *curcin* sejalan dengan kandungan protein kasar BBJP yaitu semakin tinggi kadar *curcin* dalam BBJP maka semakin tinggi pula kandungan protein kasarnya (Triastuty, 2007).

Makkar dan Becker (1997) menyatakan bahwa konsentrasi *phorbolester* yang tinggi pada *Jatropha curcas* telah diidentifikasi sebagai agen racun utama yang bertanggung jawab terhadap kandungan racun pada *Jatropha curcas*. Penurunan kandungan *phorbolester* BBJP melalui pengolahan kimiawi telah banyak dilakukan seperti ekstraksi dengan methanol atau dengan penambahan NaOH dan NaOCl (Aregheore *et al.*, 2003). Kadar *phorbolester* yang paling tinggi terdapat dalam biji jarak asal Kenya dan Kitui, sedangkan *phorbolester* tidak terdeteksi pada biji jarak

Papantla dari Mexico (Makkar and Becker, 1997). Berbeda dengan lektin dan kursin, *phorbolester* akan tetap aktif meskipun dilakukan pemanasan (Aregheore *et al.*, 2003). Makkar dan Becker (1997) menyatakan bahwa konsentrasi *phorbolester* tidak dapat dikurangi dengan perlakuan panas. Hal ini disebabkan *phorbolester* merupakan racun yang tahan panas hingga suhu 160 °C selama 30 menit. Racun ini dapat dikurangi dengan perlakuan kimia.

Kandungan *phorbolester* BBJP yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia berkisar antara 0,99 – 1,33 mg/g sampel. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan kandungan *phorbolester* yang terkandung pada BBJP varietas beracun Cape Verde, Nicaragua atau Nigeria yaitu sebesar lebih dari 2 mg/g sampel (Triastuty, 2007). *Phorbolester* tidak dapat didetoksifikasi dengan perlakuan pemanasan karena sifatnya *heat-stable*, namun memungkinkan untuk dikurangi dengan perlakuan kimiawi hingga mencapai level toleran yaitu sebesar 0,09 mg/g sampel (Aregheore *et al.*, 2003).

### Detoksifikasi Bahan Antinutrisi BBJP

Detoksifikasi BBJP dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain secara fisik, kimia dan biologi (Makkar dan Becker, 1997). Kurkumin yang terkandung dalam tanaman kunyit dapat digunakan untuk mengurangi kadar *curcin* dan *phorbolester* pada BBJP. Hasil penelitian Hasanah (2007) menunjukkan bahwa adanya proses pemanasan basah dalam *autoclave* suhu 121° C selama 30 menit dapat menurunkan kadar kursin dalam BBJP sebanyak 68,90% unit. Perlakuan kimia dapat menurunkan *lectin* atau *curcin* lebih baik dibandingkan dengan hanya perlakuan panas saja pada berbagai jenis bungkil biji jarak pagar (Aregheore *et al.*, 2003).

Penambahan NaOH 4% diikuti dengan pemanasan dan pencucian dengan air destilata dapat menurunkan konsentrasi *curcin* atau *lectin* sebesar 77,78%. Dibandingkan dengan perlakuan fisik dan biologi, perlakuan kimia ini dapat menurunkan kandungan *curcin* atau *lectin* lebih baik. Penurunan kandungan protein BBJP terjadi akibat adanya proses detoksifikasi dengan perlakuan kimia. Hal ini disebabkan oleh pemanasan, penambahan NaOH sebanyak 4% dan proses pencucian dengan air destilata, namun penurunan ini lebih kecil dibandingkan dengan hasil perlakuan fisik (Nurhikmawati, 2007).

Bungkil biji jarak pagar terdetoksifikasi memiliki konsentrasi  $\text{NH}_3$  berkisar antara 4,64 – 19,67 mM. Konsentrasi amonia ini sangat nyata dipengaruhi oleh metode detoksifikasi ( $P < 0,01$ ). BBJP yang didetoksifikasi secara kimia dengan penambahan NaOH 4% memiliki konsentrasi amonia yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan biologi dan fisika. Hal ini disebabkan oleh penambahan alkali pada proses detoksifikasi secara kimia menyebabkan lemak pada BBJP tersabunkan dan kemungkinan akan memproteksi protein dari degradasi rumen. Konsentrasi VFA BBJP yang terdetoksifikasi tidak dipengaruhi secara nyata oleh daerah asal BBJP dan metode detoksifikasi (Hasanah, 2007).

Nurbaeti (2007) menyatakan bahwa perlakuan biologis pada BBJP dengan fermentasi *Rhizopus oligosporus* hanya menurunkan 0,02% kursin dalam BBJP namun menghasilkan konsumsi ayam broiler dan asupan protein paling tinggi dibandingkan perlakuan fisik maupun kimia yang dapat menurunkan kadar kursin sebesar 0,06 dan 0,07%. Penurunan kadar kursin dalam percobaan biologis tersebut disebabkan oleh adanya enzim protease dari *Rhizopus oligosporus* yang mempercepat proses pemecahan protein (kursin) menjadi peptida dan asam amino, sehingga walaupun kandungan kursinnya lebih banyak dari perlakuan fisik dan kimia, namun kursin pada perlakuan biologis lebih terhidrolisis dan mengakibatkan lebih mudah dicerna di saluran pencernaan.

Penelitian Gultom (2008) menunjukkan bahwa dengan adanya proses detoksifikasi akan meningkatkan kandungan protein kasar bungkil biji jarak pagar. Detoksifikasi BBJP dengan penambahan larutan NaOH pH 8,15 kemudian dipanaskan dengan menggunakan *microwave*, akan meningkatkan protein kasar BBJP dari 14,29% menjadi 23,27%. Meningkatnya kandungan protein kasar ini dapat disebabkan oleh penurunan kandungan serat kasar dan abu pada BBJP terdetoksifikasi, serta peningkatan BK yang disebabkan oleh adanya pemanasan dengan *microwave*. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Hadriyanah (2008) yaitu BBJP tanpa detoksifikasi memiliki kandungan protein kasar yang lebih tinggi dibandingkan dengan BBJP yang terdetoksifikasi yaitu 21,14%. BBJP didetoksifikasi dengan pemanasan basah, penambahan Metanol dan penambahan NaOH 4% memiliki kandungan protein kasar yang lebih rendah daripada BBJP tanpa detoksifikasi yaitu berkisar antara 19,14%-19,63%. Hal ini disebabkan oleh adanya



proses pemanasan yang menyebabkan protein terdenaturasi. Pemanasan dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 30 menit dapat merusak asam amino pada molekul protein, pemanasan ini juga merusak ikatan *curcin* dengan karbohidrat (Nurhikmawati, 2007). Gultom (2008) menyimpulkan bahwa detoksifikasi menggunakan pemanasan *autoclave* dan kombinasi pemanasan *autoclave* dengan larutan basa (NaOH dan arang sekam padi) dapat meningkatkan konsentrasi amonia dan konsentrasi VFA total, akan tetapi tidak mempengaruhi populasi protozoa total dan bakteri total secara nyata. Detoksifikasi dengan cara pemanasan *autoclave* dan kombinasi pemanasan dengan larutan basa dapat memperbaiki pencernaan bahan kering dan bahan organik *in vitro*, namun efeknya tidak nyata secara statistik.

### Fermentasi dalam Rumen

McDonald *et al.* (2002) berpendapat bahwa ternak ruminansia umumnya mengonsumsi pakan berserat kasar tinggi seperti hijauan maupun pakan lainnya yang mengandung  $\beta$ -linked polisakarida seperti selulosa yang mana tidak dapat dicerna oleh pencernaan enzimatik ternak mamalia. McDonald *et al.* (2002) menyatakan ternak ruminansia memiliki sistem pencernaan yang khusus dimana dapat mendukung fermentasi zat makanan dalam rumen oleh mikroba.

Perut ruminansia terbagi atas empat bagian yaitu rumen, retikulum, abomasum dan omasum. Rumen merupakan bagian terbesar dari sistem pencernaan ruminansia, dimana dalam rumen dapat terjadi pencernaan fermentatif. Fermentasi dalam rumen didukung oleh kondisi rumen yang anaerob, dengan suhu 39°C dan pH 6-7. Pencernaan fermentatif dalam rumen didukung oleh kehadiran mikroba dalam rumen. Pencernaan fermentatif menyebabkan perubahan bentuk molekul zat makanan akibat adanya fermentasi oleh mikroba (Sutardi, 1977).

Mikroorganisme dalam rumen terdiri dari bakteri, protozoa, dan fungi. Jumlah bakteri dalam rumen adalah  $10^9$ - $10^{10}$  per ml cairan rumen. Hampir 60 spesies bakteri telah teridentifikasi dimana pada umumnya anaerob dan berbentuk non spora. Jumlah bakteri total dan populasi dari masing-masing spesies berbeda tergantung dari pakan yang dikonsumsi oleh ternak. Protozoa terdapat dalam rumen dengan jumlah yang lebih sedikit dibandingkan bakteri yaitu sekitar  $10^6$  per ml cairan rumen dengan ukuran yang lebih besar dibanding bakteri. Akan tetapi berat total bakteri dan protozoa hampir sama. Protozoa ini sangat berperan dalam proses fermentasi,

contohnya spesies *Oligotrich* dapat mencerna partikel pakan, akan tetapi tidak dapat memanfaatkan selulosa (McDonald *et al.*, 2002).

Penelitian Dewi (2007) menyimpulkan bahwa mikroba rumen berbagai ternak ruminansia (sapi, kerbau, domba dan kambing) memiliki toleransi yang hampir sama terhadap pemakaian bungkil biji jarak pagar berdasarkan perubahan konsentrasi amonia dan VFA (fermentabilitas) dan populasi bakteri serta protozoa total (mikroba rumen). Berbeda dengan hasil penelitian Ulya (2007) dimana penggunaan BBJP pada ternak ruminansia mempengaruhi konsentrasi amonia, konsentrasi VFA total, populasi protozoa dan populasi bakteri proteolitik. Konsentrasi VFA, amonia, populasi protozoa dan populasi bakteri proteolitik ternak kambing lebih tinggi dibandingkan dengan ternak sapi, kerbau dan domba.

Penelitian mengenai efek antinutrisi terhadap fermentasi dalam rumen telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan cairan rumen sapi dan kerbau. Afriyanti (2008) melaporkan bahwa secara garis besar mikroorganisme dalam cairan rumen sapi dan kerbau yang mempengaruhi laju fermentabilitas ransum memiliki toleransi yang sama terhadap ekstrak *curcin* yang terkandung dalam BBJP hingga taraf 3 %. Adapun dalam penelitian Juniastica (2008) menyebutkan pemberian *curcin* sampai taraf 3% belum memberikan respon yang negatif terhadap fermentasi karbohidrat dalam rumen serta populasi bakteri total juga tidak dipengaruhi oleh taraf *curcin* yang diberikan.

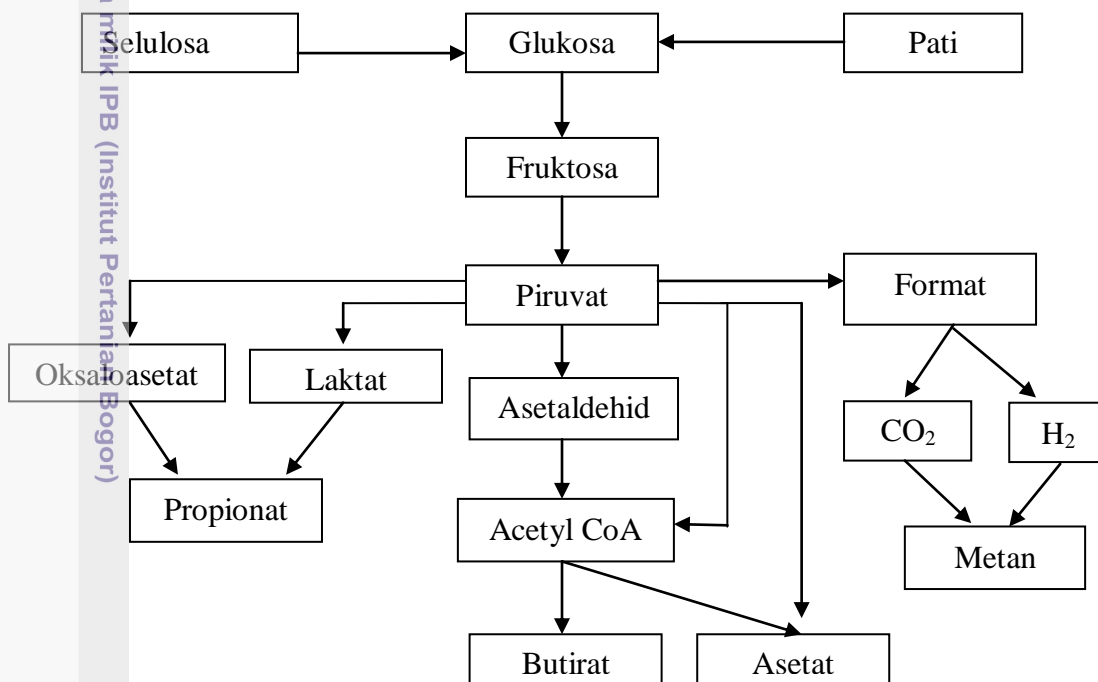
Perlakuan detoksifikasi pada BBJP menghasilkan perbedaan konsentrasi amonia dan VFA yang sangat nyata, dimana pakan dengan BBJP yang didetoksifikasi secara fisik, kimia dan biologi akan menghasilkan amonia dan VFA yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa detoksifikasi (Gultom, 2008). Akan tetapi proses detoksifikasi BBJP tidak mempengaruhi secara nyata terhadap populasi dan bakteri total (Gultom, 2008).

### **Produksi VFA**

Asam lemak terbang atau *volatile fatty acid* (VFA) merupakan sumber energi utama dari rumen ruminansia. VFA merupakan produk akhir dari fermentasi gula. Kecepatan produksi VFA dan sel bakteri berhubungan dengan konsumsi TDN (*Total Digestible Nutrient*) (Arora, 1989). Karbohidrat seperti selulosa, hemiselulosa, pectin, pati dan gula tercerna lainnya merupakan substrat utama dalam proses

fermentasi. Karbohidrat ini didegradasi menjadi bentuk heksosa dan pentosa sebelum difermentasi menjadi VFA oleh piruvat (France dan Dijkstra, 2005).

Total konsentrasi VFA bervariasi secara luas tergantung dari jenis pakan ternak dan jangka waktu konsumsi pakan, akan tetapi secara normal total VFA berada pada kisaran 70-150 mmol/l (McDonald *et al.*, 2002). VFA dapat dihasilkan dari fermentasi pati oleh bakteri dimana hasil fermentasi pati ini menghasilkan proporsi asam propionat yang lebih tinggi (35 - 45 mol/100 mol VFA) dibandingkan dengan hasil fermentasi selulosa dan hemiselulosa (15 - 20 mol/100 mol) (Ørskov, 1986).



Gambar 2. Skema Fermentasi Karbohidrat dalam Rumen (Czerkawski, 1986)

Konsentrasi VFA dalam rumen menandakan keseimbangan antara laju produksi dan laju absorpsi. Setelah pakan dikonsumsi oleh ternak, produksi VFA dalam rumen melebihi absorpsi sehingga konsentrasi VFA dalam rumen meningkat kemudian pada kondisi tertentu konsentrasi VFA mulai menurun. Total konsentrasi VFA dalam rumen apabila terjadi peningkatan adalah 200 mM, sedangkan apabila mulai terjadi penurunan konsentrasi VFA dalam rumen menjadi 30 mM. Akan tetapi umumnya konsentrasi VFA berkisar antara 70 mM hingga 130 mM (France dan Dijkstra, 2005). Arora (1989) menyatakan bahwa VFA dan amonia sangat diperlukan untuk sintesis protein pada pertumbuhan bakteri, karena sintesis protein dan asam

amino sangat membutuhkan gugus karboksil dan amino, kedua gugus tersebut dapat diperoleh dari VFA dan amonia.

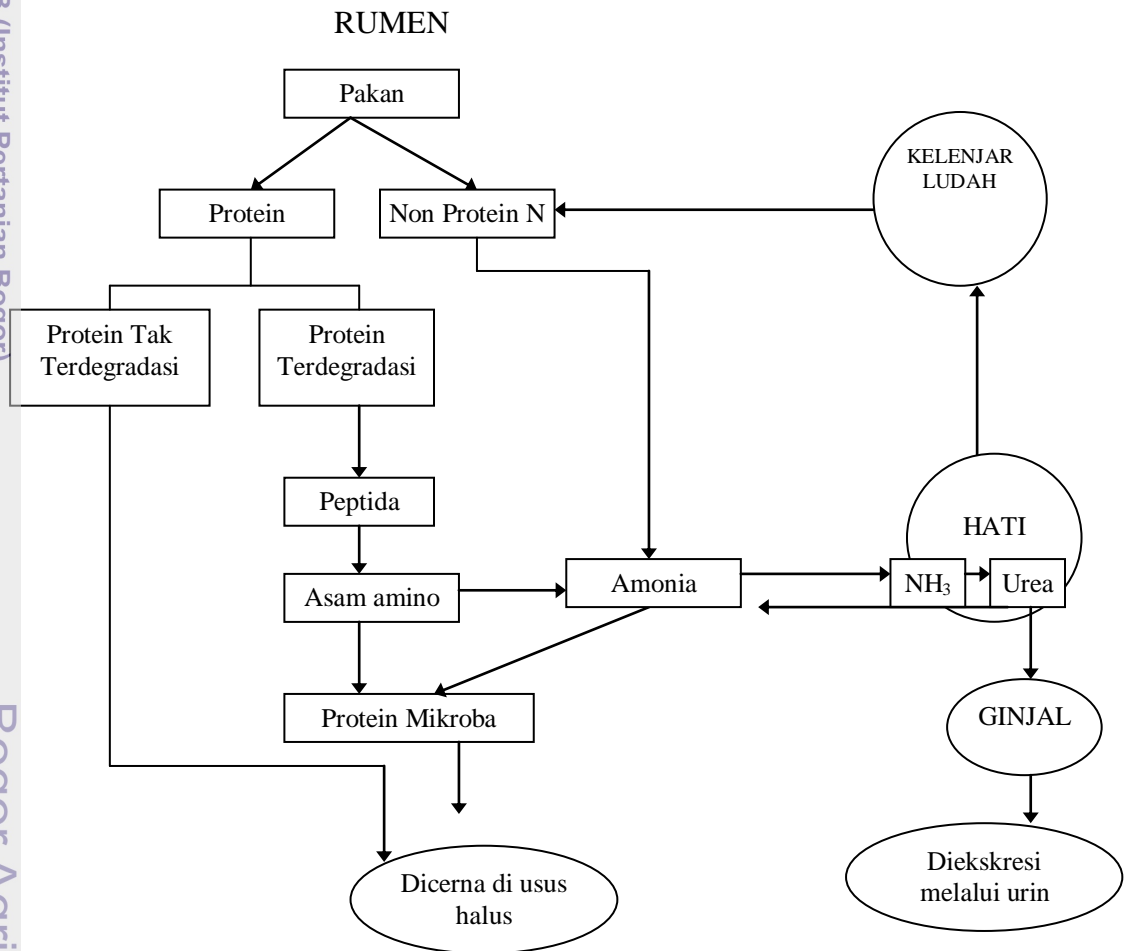
Konsentrasi VFA total yang diproduksi oleh mikroba ternak domba dengan adanya penambahan ekstrak antinutrisi BBJP lebih tinggi dibandingkan dengan mikroba ternak kambing. Perbedaan kemampuan antara kambing dan domba dalam proses fermentasi ransum menghasilkan VFA salah satunya sangat dipengaruhi oleh populasi bakteri selulolitik dan amilolitik yang terdapat dalam rumen. Populasi bakteri selulolitik dan amilolitik pada domba lebih tinggi dibandingkan pada kambing, sehingga VFA yang dihasilkan domba juga lebih tinggi dibandingkan kambing (Wulandari, 2010).

Perbedaan yang sangat nyata terlihat antara konsentrasi VFA total ternak sapi lebih tinggi dibandingkan ternak domba, kambing dan kerbau yang diberi pakan 100% BBJP. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan serat kasar yang tinggi pada BBJP yang menyebabkan bungkil ini sulit didegradasi, sehingga produksi VFA yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan bungkil kedelai (Ulya, 2007). Akan tetapi pada penelitian Dewi (2007) menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian Ulya (2007), yaitu konsentrasi VFA cairan rumen kambing, domba, sapi dan kerbau tidak berbeda nyata pada waktu inkubasi 0 – 24 jam, walaupun peningkatan konsentrasi VFA paling tinggi terjadi pada perlakuan cairan rumen ternak kambing.

Mikroba rumen ternak sapi dan kerbau mampu mentolerir keberadaan kursin BBJP dalam ransum sampai taraf 3 % ekstrak kursin tanpa mengganggu pembentukan VFA dalam rumen. Konsentrasi VFA tidak dipengaruhi oleh taraf ekstrak kursin, perbedaan cairan rumen (sapi dan kerbau), akan tetapi dipengaruhi oleh waktu inkubasi, dimana semakin lama waktu inkubasi maka konsentrasi VFA semakin meningkat (Afriyanti, 2008). Berbeda dengan penelitian Juniastica (2008) dimana konsentrasi VFA cairan rumen kerbau lebih tinggi dibandingkan dengan cairan rumen sapi. Hal ini menunjukkan bahwa mikroba ternak sapi kurang mampu memfermentasi karbohidrat pada BBJP. Konsentrasi VFA total sapi lebih rendah dibandingkan kerbau karena rumen kerbau lebih unggul dalam menggunakan selulosa dan struktur dinding sel lainnya.

### Produksi NH<sub>3</sub>

Ternak mengkonsumsi pakan yang cukup akan protein untuk memenuhi kebutuhan protein dalam tubuhnya. Protein dalam rumen mengalami proteolisis seperti halnya karbohidrat. Protein dihidrolisis menjadi peptida dan asam amino oleh mikroba rumen, akan tetapi beberapa asam amino didegradasi kembali menjadi asam organik, amonia dan karbondioksida. Produksi amonia, asam amino bebas dan peptida-peptida kecil dimanfaatkan oleh mikroorganisme rumen untuk membentuk protein mikroba. Protein mikroba ini apabila dibawa ke abomasum dan usus kecil akan dicerna dan diserap khususnya sel protein mikroba. Amonia dalam cairan rumen merupakan lanjutan dari degradasi mikroba dan sintesis protein (McDonald *et al.*, 2002).



Gambar 3. Pencernaan dan Metabolisme Komponen Nitrogen dalam Rumen (McDonald *et al.*, 2002)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.  
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Protein didegradasi menjadi peptida-peptida dan asam amino kemudian di deaminasi ke bentuk amonia atau digunakan untuk membentuk protein mikroba. Non protein nitrogen (NPN) terdiri dari nitrogen yang terdapat dalam DNA, RNA, amonia, asam amino dimana asam amino dan amonia ini digunakan untuk pertumbuhan mikroba. Apabila protein dalam pakan meningkat lebih tinggi dari kebutuhan mikroorganisme rumen, maka protein tersebut akan didegradasi menjadi amonia yang kemudian diserap, dimetabolisme menjadi urea dalam hati dan hilang dalam bentuk urin (Tamminga, 1996).

Konsentrasi amonia dalam rumen dipengaruhi oleh protein dalam pakan dan degradasi protein. Apabila protein dalam pakan kurang dan degradasi protein terhambat maka konsentrasi amonia akan berkurang (50 mg/l) dan pertumbuhan mikroba rumen berjalan lambat. Apabila proses degradasi protein berjalan sangat cepat dibandingkan sintesis protein, maka amonia akan terakumulasi dalam cairan rumen sehingga konsentrasinya berlebihan. Kelebihan amonia ini akan diserap ke dalam darah kemudian dibawa ke hati dan dikonversi menjadi urea (McDonald *et al.*, 2002).

Amonia dalam cairan rumen merupakan produk akhir dari proteolisis yang dirombak oleh populasi bakteri rumen. Amonia juga merupakan sumber nitrogen utama untuk sintesis protein oleh populasi bakteri rumen. Pada waktu tertentu, konsentrasi amonia dalam rumen tergantung pada laju relatif dari pelepasan dan pembentukan kembali amonia. Amonia dalam cairan rumen dibentuk ketika asam amino berlebihan yang dimetabolisme ke dalam intraseluler oleh berbagai macam mikroorganisme. Saat amonia dalam intraseluler meningkat, amonia akan dikeluarkan sebagian dimana amonia ini tersedia dan akan dimanfaatkan oleh beberapa mikroorganisme selulolitik (France dan Dijkstra, 2005).

Konsentrasi optimum amonia dalam cairan rumen berkisar antara 85 hingga lebih dari 300 mg/l (McDonald *et al.*, 2002). Konsentrasi amonia pada cairan rumen kambing dan domba yang diberi bahan antinutrisi BBJP dalam ransum pada waktu inkubasi 0, 3 dan 6 jam adalah berkisar antara 18,06-29,05 mM (Wulandari, 2010). Wulandari (2010) menambahkan bahwa semakin lama ransum diproses dalam rumen maka semakin banyak amonia yang dihasilkan akibat perombakan protein, sehingga konsentrasi amonia cairan rumen kambing dan domba pada waktu inkubasi 3 dan 6

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

jam lebih tinggi daripada 0 jam. Hasil penelitian Ulya (2007) menunjukkan bahwa terjadi perbedaan konsentrasi  $\text{NH}_3$  ( $P < 0,01$ ) antara cairan rumen ternak yang diberi 100 % BBJP yakni konsentrasi  $\text{NH}_3$  kambing lebih tinggi dibandingkan sapi, kerbau dan domba.

Ulya (2007) menyatakan bahwa konsentrasi amonia dari cairan rumen kambing dan domba yang diberi BBJP secara *in vitro* meningkat seiring lamanya waktu inkubasi dan paling tinggi terjadi pada saat 6 jam waktu inkubasi. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama waktu inkubasi maka semakin banyak protein ransum yang didegradasi sehingga konsentrasi amonia akan meningkat. Pada penelitian Juniastica (2008) dan Afriyanti (2008), konsentrasi amonia pada cairan rumen sapi dan kerbau tidak dipengaruhi oleh penambahan antinutrisi kursin BBJP sampai taraf 3% dalam ransum. Namun, konsentrasi amonia dipengaruhi oleh waktu inkubasi. Konsentrasi amonia optimal dicapai pada waktu inkubasi 3 jam.

### **Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik**

Kecernaan merupakan persentase pakan atau zat nutrisi tertentu dalam pakan yang larut dalam saluran pencernaan sehingga dapat diserap oleh dinding sel saluran pencernaan. Kecernaan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya : (1) adanya enzim yang mempengaruhi lingkungan fisiologis rumen, (2) komposisi nutrien bahan pakan dan antinutrisi yang terkandung dalam pakan, dan (3) kapasitas saluran pencernaan ternak (Church, 1979).

Menurut McDonald *et al.* (2002), kecernaan pakan dapat didefinisikan dengan cara menghitung bagian zat makanan yang tidak dikeluarkan melalui feses dengan asumsi zat makanan tersebut telah diserap oleh ternak. Pengukuran kecernaan dapat dilakukan dengan memberikan sejumlah pakan tertentu kepada ternak dan menghitung jumlah feses yang dikeluarkan oleh ternak. Pengukuran kecernaan sebaiknya dilakukan kepada lebih dari satu ternak. Selain itu, kecernaan pakan juga dapat dihitung dengan cepat di laboratorium yaitu menggunakan cairan rumen dan pepsin. Kecernaan dapat dibedakan berdasarkan kecernaan bahan kering maupun kecernaan bahan organik. 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 level pemberian pakan (McDonald *et al.*, 2002).



Triastuty (2007) menyebutkan bahwa tingkat kecernaan BBJP sebesar 50-60 % setara dengan bungkil kedelai memperlihatkan bahwa kandungan antinutrisi dan racun yang terdapat pada bungkil biji jarak tidak mempengaruhi aktivitas mikroba rumen. Secara *in vitro* tidak ada kendala pemanfaatan BBJP untuk ternak ruminansia. Ransum yang diberi perlakuan ekstrak kursin menghasilkan KCBK sebesar 38,82% dan KCBO 36,56%, akan tetapi hasil ini tidak dipengaruhi oleh taraf pemberian ekstrak kursin. Nilai KCBK cairan rumen kerbau lebih tinggi secara signifikan daripada nilai cairan rumen sapi. Hal ini berkaitan dengan jumlah bakteri total pada cairan rumen kerbau lebih banyak daripada cairan rumen sapi, sehingga kemampuan dalam mencerna bahan kering maupun bahan organik ransum lebih meningkat (Ariyanti, 2008). Penelitian Dewi (2007) menunjukkan bahwa nilai KCBK dan KCBO ternak sapi, kerbau, kambing maupun domba yang diberi ransum 100% BBJP tidak berbeda nyata.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## METODE

### Lokasi dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Biokimia, Fisiologi dan Mikrobiologi Nutrisi dan Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Perah, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini telah berlangsung dari bulan Juli 2009 sampai Januari 2010.

### Materi

#### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cairan rumen kambing dan domba sebanyak 600 ml, ekstrak antinutrisi bungkil biji jarak pagar, ransum (konsentrat 50% dan rumput 50%), larutan *ethyl ether*, larutan buffer fosfat NaCl 0,005 M pH 7,2 dingin (mengandung 0,2 M NaCl), larutan McDougall, gas CO<sub>2</sub>, larutan HgCl<sub>2</sub> jenuh, larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh, asam borat (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) berindikator (merah metil/MR dan hijau bromo kresol/BCG), larutan pepsin 0,2%, larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,005 N, vaselin, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15%, larutan NaOH 0,5 N, larutan HCl 0,5 N, aseton, phenolphthalein, larutan garam formalin (formal saline), media BHI, media pengencer dan aquades.

#### Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi inkubator, tabung fermentor, autoclave, sentrifuse, *shaker water bath*, kantong plastik tahan panas, cawan Conway, tabung sentrifuse, labu Erlenmeyer, Buret, pipet, pendingin Leibig, tanur listrik, oven 105°C, eksikator, seperangkat alat destilasi, cawan porselin, pompa vakum, timbangan digital, gelas ukur, tabung Hungate dan kertas saring.

### Rancangan Percobaan

#### Perlakuan

Penelitian ini menggunakan 2 sumber inokulum mikroba yaitu berasal dari cairan rumen ternak domba dan kambing. Ransum yang digunakan mengandung rumput (50%), konsentrat (25%) dan jagung (25%) yang ditambahkan dengan

ekstrak *curcin* kasar pada taraf 0, 1, 2, dan 3% (v/b) dari total ransum. Keempat ransum ini diinkubasikan di dalam cairan rumen yang berasal dari domba dan kambing pada 0 dan 3 jam. Perlakuan ransum dalam penelitian ini untuk lebih jelas adalah sebagai berikut :

R0 = Ransum + 0 % ekstrak antinutrisi dari total ransum

R1 = Ransum + 1% ekstrak antinutrisi dari total ransum

R2 = Ransum + 2 % ekstrak antinutrisi dari total ransum

R3 = Ransum + 3 % ekstrak antinutrisi dari total ransum

### Model

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) berpola faktorial 2 x 4 x 2 dengan faktor A adalah cairan rumen ternak ruminansia (kambing dan domba), faktor B adalah perlakuan ransum (R0, R1, R2, R3), dan faktor C adalah waktu inkubasi (0 jam dan 3 jam) serta tiga kelompok cairan rumen sebagai ulangan atau kelompok. Model matematik yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \beta_k + \gamma_l + \alpha_j\beta_k + \alpha_j\gamma_l + \beta_k\gamma_l + \alpha_j\beta_k\gamma_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Keterangan :

$Y_{ijkl}$  = nilai pengamatan faktor A ke-j, faktor B ke-k, faktor C ke-l, kelompok ke-i

$\mu$  = nilai rata-rata umum

$\tau_i$  = pengaruh kelompok ke-i

$\alpha_j$  = pengaruh faktor A (cairan rumen) ke-j

$\beta_k$  = pengaruh faktor B (taraf antinutrisi) ke-k

$\gamma_l$  = pengaruh faktor C (waktu inkubasi) ke-l

$\alpha_j\beta_k$  = interaksi faktor A ke-j dengan faktor B ke-k

$\alpha_j\gamma_l$  = interaksi faktor A ke-j dengan faktor C ke-l

$\beta_k\gamma_l$  = interaksi faktor B ke-k dengan faktor C ke-l

$\alpha_j\beta_k\gamma_l$  = pengaruh interaksi faktor A ke-j, faktor B ke-k, faktor C ke-l

$\varepsilon_{ijkl}$  = pengaruh galat percobaan

## Peubah yang diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

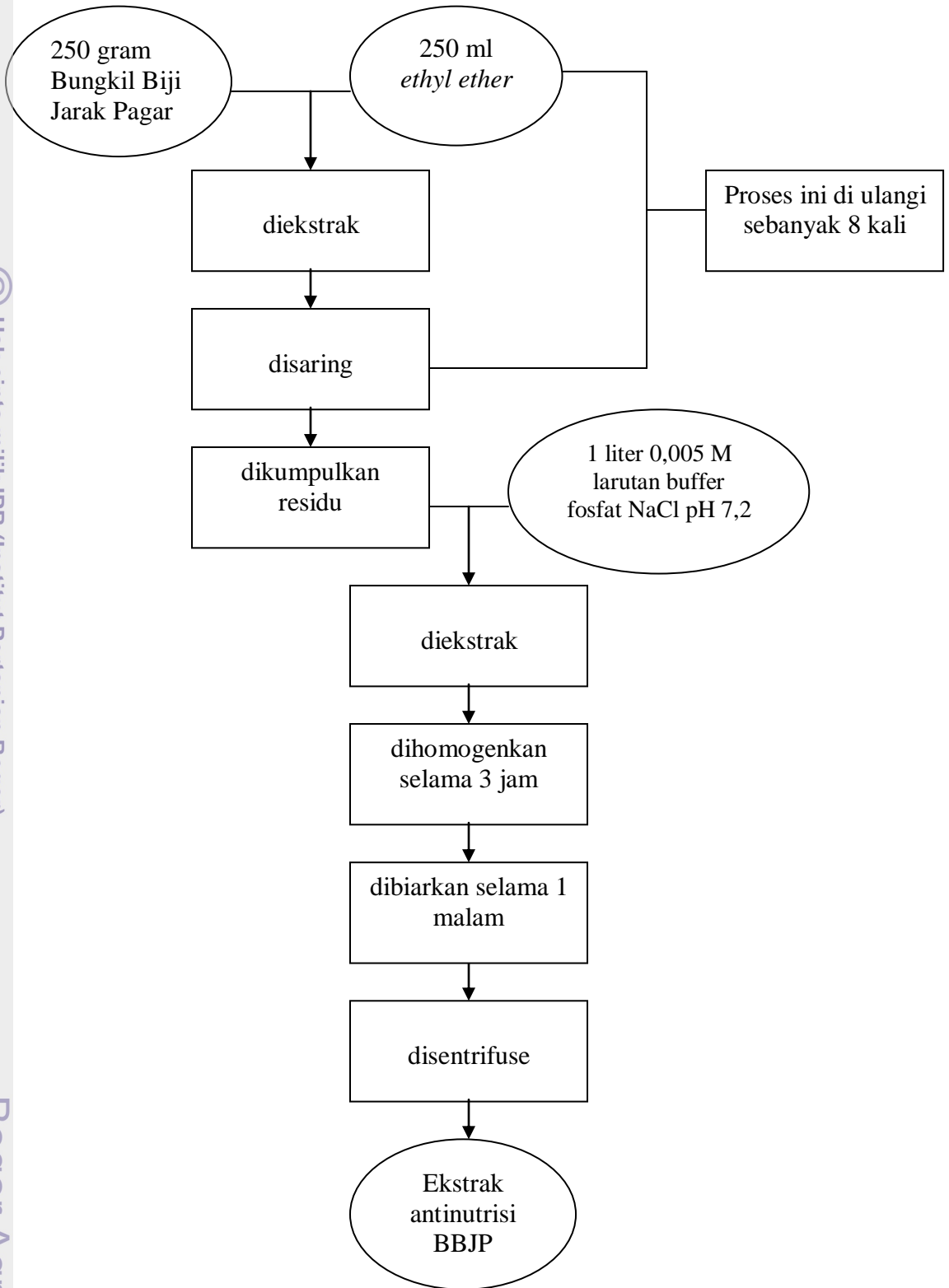
1. Konsentrasi VFA (Volatile Fatty Acids) Total yang diukur dengan menggunakan Teknik Destilasi Uap
2. Konsentrasi  $\text{NH}_3$  (Amonia) yang diukur dengan menggunakan metode Mikrodifusi Conway
3. Populasi total bakteri yang dihitung dengan metode Ogimoto dan Imai (1981)
4. Populasi total protozoa yang dihitung dengan metode Ogimoto dan Imai (1981)
5. Kecernaan bahan kering dan bahan organik yang diukur dengan Metode Tilley and Terry (1966)

## Prosedur

### Ekstraksi Antinutrisi dari Bungkil Biji Jarak Pagar

Metode yang digunakan dalam ekstraksi *curcin* dari bungkil biji jarak pagar adalah metode Stirpe *et al.* (1976) dapat dilihat pada Gambar 4. Bungkil biji jarak pagar sebanyak 250 g diekstrak dengan 250 ml *ethyl ether* didalam pestel dan mortar. *Ethyl ether* berfungsi sebagai penghilang lemak yang tersisa pada bungkil biji jarak pagar. Setelah itu dilakukan penyaringan untuk membuang larutan *ethyl ether* dari residunya, residu dari hasil penyaringan dikumpulkan. Proses diatas dilakukan pada residu sebanyak 8 kali ekstraksi.

Residu yang sudah kering diekstrak kembali dengan menggunakan 1 liter 0,005 M larutan buffer fosfat NaCl pH 7,2 dingin yang mengandung 0,2 M NaCl, larutan ini berfungsi untuk melarutkan produk *curcin*. Selanjutnya campuran dihomogenkan dengan pengaduk magnet selama 3 jam dan dibiarkan selama satu malam, kemudian disentrifuse pada kecepatan 7000 rpm selama 20 menit untuk mendapatkan supernatan yang selanjutnya ditambahkan ke dalam ransum sesuai perlakuan.



Gambar 3. Skema Ekstraksi Antinutrisi dari Bungkil Biji Jarak Pagar (Stirpe *et al.*, 1975)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## Fermentasi *in vitro*

Metode Tilley dan Terry (1963) digunakan sebagai metode fermentasi *in vitro*. Pertama-tama sebanyak 1 g sampel, 12 ml larutan McDougall dengan pH 6,9 dan 8 ml cairan rumen segar dimasukkan ke dalam tabung fermentor berkapasitas 50 ml dan dialiri gas CO<sub>2</sub> kemudian disumbat dengan karet berventilasi. Tabung fermentor dimasukkan ke dalam *shaker water bath* pada suhu 39 °C untuk mengkondisikan suasana yang hampir sama dengan rumen, setelah itu diinkubasi selama 0 dan 3 jam. Tabung fermentor kemudian dibuka untuk mengambil sampel cairan sebanyak 1 ml untuk sampel protozoa dan 0,05 ml untuk sampel perhitungan bakteri. Sisa cairan dalam tabung fermentor ditambahkan dengan 0,2 ml HgCl<sub>2</sub> jenuh untuk menghentikan proses fermentasi kemudian disentrifuse pada kecepatan 7000 rpm selama 15 menit untuk memperoleh supernatan. Analisa VFA dan NH<sub>3</sub> dapat dilakukan dengan menggunakan supernatan tersebut.

## VFA Total

Berdasarkan General Laboratory Procedure (1966), analisa VFA Total dapat dilakukan dengan teknik Destilasi Uap (*Steam destilation*). Pertama, sebanyak 5 ml supernatan dimasukkan ke dalam tabung destilasi dan ditambahkan dengan 1 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15%, kemudian tabung ditutup. Tabung destilasi dihubungkan dengan labu yang berisi air mendidih sehingga uap air panas akan mendesak VFA dan terkondensasi di dalam pendingin. Hasil destilasi dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer yang telah berisi 5 ml NaOH 0,5 N hingga volumenya mencapai 300 ml. Sebanyak 2 tetes indikator phenolptalein ditambahkan ke dalam labu Erlenmeyer dan dititrasi dengan HCl 0,5 N sampai terjadi perubahan warna dari merah jambu menjadi bening. Rumus produksi VFA total adalah sebagai berikut :

$$\text{Konsentrasi VFA total (mM)} = \frac{(a-b) \times N \text{ HCl} \times 1000/5 \text{ ml}}{\text{Berat ransum} \times \% \text{BK Ransum}}$$

Keterangan : a = Volume titrat blanko (ml)

b = Volume titran sampel (ml)

## NH<sub>3</sub> Total

Analisis NH<sub>3</sub> dilakukan dengan menggunakan teknik Mikrodifusi Conway (General Laboratory Procedur, 1966). Pertama cawan Conway diolesi dengan vaselin pada bagian bibir dan penutupnya, kemudian sebanyak 1 ml supernatan hasil fermentasi *in vitro* ditempatkan pada salah satu ruang sekat cawan dan ruang sekat lainnya ditempatkan dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh. Sebanyak 1 ml asam borat berindikator merah metil dan hijau bromo kresol pada pH 5,5 ditempatkan pada cawan kecil yang berada ditengah cawan Conway. Cawan Conway kemudian ditutup dengan rapat secara cepat untuk mencegah udara yang masuk. Cawan Conway digerakkan sehingga supernatan dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh tercampur dengan homogen kemudian disimpan dalam suhu kamar selama 24 jam.

Tahapan selanjutnya adalah asam borat dititrasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,005 N sampai warnanya berubah dari biru menjadi merah muda. Hal ini disebabkan oleh ion hidrogen asam borat akan mengikat N-Amonia dari supernatan. Kadar NH<sub>3</sub> dihitung sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi NH}_3 \text{ (mM)} = \frac{\text{vol. H}_2\text{SO}_4 \times \text{N H}_2\text{SO}_4 \times 1000/1}{\text{Berat ransum} \times \% \text{BK Ransum}}$$

## Populasi Bakteri Total

Metode yang digunakan untuk menghitung populasi bakteri total adalah metode pencacahan koloni bakteri hidup (Ogimoto dan Imai, 1981). Prinsip perhitungannya adalah cairan rumen diencerkan secara serial lalu dibiakkan dalam tabung Hungate. Tahapan pertama yaitu mempersiapkan media tumbuh bakteri dalam hal ini media BHI. Cara pembuatan media tumbuh yaitu pertama bahan-bahan media dicampur dan dimasukkan ke dalam botol yang telah disterilkan dengan autoklaf. Setelah itu campuran dipanaskan secara perlahan-lahan sambil dialiri gas CO<sub>2</sub> hingga terjadi perubahan warna dari coklat menjadi merah dan berubah kembali menjadi coklat muda kemudian didinginkan. Sebanyak 4,9 ml dari media tersebut dimasukkan ke dalam tabung Hungate yang telah berisi agar bacto sebanyak 0,15 g. Media kemudian disterilkan dengan menggunakan autoklaf selama 15 menit dengan suhu dan tekanan masing-masing 121°C dan 1,2 kgf/cm<sup>3</sup>. Media agar kemudian dimasukkan ke dalam penangas air dengan suhu 47°C lalu digunakan untuk membiakkan bakteri.

Tahapan selanjutnya adalah pengenceran. Pengenceran ini dilakukan sebelum bakteri dikulturkan (Ogimoto dan Imai, 1981). Pengenceran dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut : sebanyak 0,05 ml cairan rumen dimasukkan ke dalam media pengencer yang telah berisi 4,95 ml larutan. Selanjutnya sebanyak 0,05 ml larutan dari pengencer sebelumnya diambil dan dimasukkan ke dalam media pengencer berikutnya yang telah berisi 4,95 ml larutan. Perlakuan ini dilakukan sebanyak 5 kali atau dengan menggunakan 5 seri tabung. Sebanyak 0,1 ml dari masing-masing seri tabung pengenceran diambil lalu dimasukkan ke dalam media agar kemudian diratakan dengan cara diputar dan dialiri air agar media tetap padat secara merata pada tabung. Tahapan terakhir yaitu tabung tersebut diinkubasi selama 2 - 3 hari. Perhitungan jumlah bakteri dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Populasi bakteri} = n \times 10^x / 0,05 \times 0,1 \text{ CFU/ml}$$

Keterangan

n = jumlah koloni yang terdapat pada tabung seri pengenceran ke-x.

### Populasi Protozoa Total

Perhitungan populasi protozoa dilakukan dengan metode *counting chamber* dan menggunakan larutan garam formalin (*formal saline*) (Ogimoto dan Imai, 1981). Larutan garam formalin dibuat dari campuran formalin 4 % ditambah dengan NaCl fisiologis 0,9 % dalam 100 ml larutan. Jumlah protozoa yang terhitung adalah jumlah protozoa total yang terdapat dalam *counting chamber*.

Larutan formal saline dicampur dengan cairan rumen segar dengan perbandingan 1:1, lalu sebanyak 2 tetes campuran tersebut diteteskan ke dalam *counting chamber* dengan ketebalan dan luas kotak terkecil masing-masing 0,2 mm dan 0,0625 mm<sup>2</sup> dimana jumlah kotak dalam pembacaan adalah 16 x 16. Perhitungan populasi protozoa dilakukan dengan mikroskop pada pembesaran 40 kali, dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Protozoa/ml cairan rumen} = \frac{1}{(0,1 \times 0,0625 \times 16 \times 5)} \times 1000 \times C \times FP$$

Keterangan : C = Jumlah protozoa terhitung dalam *counting chamber*

FP = Faktor Pengenceran

## Analisis KCBK dan KCBO

Analisis pencernaan bahan kering dan bahan organik (KCBK dan KCBO) dapat dilakukan dengan metode Tilley dan Terry (1966). Analisis ini dilakukan hampir sama dengan fermentasi secara *in vitro*, hanya saja dalam analisis ini waktu inkubasi dilanjutkan hingga 24 jam. Sebanyak 2 tetes larutan  $\text{HgCl}_2$  ditambahkan untuk menghentikan proses fermentasi. Tahapan selanjutnya adalah sentrifugasi campuran tersebut pada kecepatan 3000 rpm selama 15 menit, kemudian supernatan dibuang dan ditambahkan 20 ml larutan pepsin HCl 0,2% ke dalam tabung. Inkubasi dilanjutkan selama 24 jam secara aerob. Penyaringan sisa pencernaan kemudian dilakukan dengan menggunakan kertas saring dan pompa vakum. Hasil saringan dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dikeringkan di dalam oven  $105^\circ\text{C}$  selama 24 jam untuk mendapatkan jumlah residu bahan kering. Residu kemudian dimasukkan dalam tanur  $600^\circ\text{C}$  selama 6 jam untuk mendapatkan perhitungan bahan organik. Koefisien cerna bahan kering dan bahan organik dihitung dengan rumus :

$$\text{KCBK (\%)} = \frac{\text{BKsampel(g)} - (\text{BKresidu(g)} - \text{BKblanko(g)})}{\text{BKsampel(g)}} \times 100 \%$$

$$\text{KCBO (\%)} = \frac{\text{BOsampel(g)} - (\text{BOresidu(g)} - \text{BOblanko(g)})}{\text{BOsampel(g)}} \times 100 \%$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta Milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Nutrien Ransum Penelitian

Penelitian ini menggunakan ransum yang terdiri dari 50 % rumput lapang, 25 % jagung halus dan 25 % konsentrat. Ransum ini ditambahkan dengan ekstrak antinutrisi sebanyak 0 %, 1 %, 2 % dan 3% (v/b). Penambahan ekstrak antinutrisi mempengaruhi kandungan nutrien ransum (Tabel 4). Bahan kering R2 lebih rendah daripada R0, R1 dan R3 yaitu 85,95 %. Bahan kering R3 yaitu 86,99% lebih rendah daripada R0 dan R1 yang cenderung hampir sama yaitu 87,06% dan 87,46%. Perbedaan bahan kering ransum penelitian ini disebabkan oleh penambahan ekstrak antinutrisi dalam bentuk cairan (ml) sehingga semakin tinggi penambahan ekstrak antinutrisi maka kadar bahan kering semakin rendah, meskipun dalam hal ini R3 atau ransum yang diberi 3% ekstrak antinutrisi lebih rendah daripada R2.

Tabel 4. Kandungan Nutrien Ransum Penelitian

Kandungan Nutrien	Taraf Ekstrak Antinutrisi BBJP dalam Ransum			
	R0	R1	R2	R3
Bahan Kering (%) <sup>1</sup>	87,06	87,46	85,95	86,99
Abu (%BK) <sup>1</sup>	13,09	13,07	12,61	11,97
Protein Kasar (%BK) <sup>1</sup>	10,92	10,78	10,48	10,23
Lemak (%BK) <sup>1</sup>	2,21	2,07	2,26	1,41
Serat Kasar (%BK) <sup>1</sup>	17,57	16,61	16,35	16,71
BETN (%BK)*	56,21	57,47	58,30	59,68
TDN (%BK)**	67,88	68,55	68,95	67,89
GE (kal/g) <sup>2</sup>	3785	3138	3193	3086

Keterangan : R0 = Ransum Kontrol  
R1 = R0 + 1% Ekstrak Antinutrisi BBJP  
R2 = R0 + 2% Ekstrak Antinutrisi BBJP  
R3 = R0 + 3% Ekstrak Antinutrisi BBJP  
\*BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen) = 100% - (Kadar Abu + PK + LK + SK)  
\*\*TDN (Total Digestible Nutrient) = 70,6 + 0,259PK + 1,01LK - 0,76SK + 0,0991BETN (Sutardi, 2003 dalam Irawan 2004)  
Sumber : <sup>1</sup>Hasil Analisis Laboratorium Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi (2009)  
<sup>2</sup>Hasil Analisis Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (2009)

Penambahan ekstrak antinutrisi mempengaruhi kandungan abu dalam ransum penelitian. Kadar abu (% BK) semakin menurun seiring bertambahnya kadar ekstrak antinutrisi yaitu R0 mengandung kadar abu yang tertinggi (13,09% BK) dan R3 mengandung kadar abu terendah (11,97% BK). Hal ini berbanding terbalik dengan bahan organik ransum yang semakin bertambah dengan adanya penambahan ekstrak antinutrisi. Ransum penelitian ini mengandung lemak kasar yang relative sama yaitu berkisar antara 1,41-2,26% BK. Kandungan protein kasar dalam ransum penelitian ini umumnya sama yaitu berkisar antara 10,23-10,92% BK. Hal ini sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan protein kasar ternak kambing dan domba yaitu 7-8 % PK (NRC, 2006). Kandungan protein kasar dalam ransum penelitian ini berbeda dengan kandungan protein kasar dalam penelitian Juniastica (2008) yaitu ransum yang diberi ekstrak antinutrisi BBJP memiliki kandungan PK lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa penambahan ekstrak antinutrisi. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh sumber biji jarak pagar yang digunakan dalam penelitian ini berbeda dengan biji jarak pagar yang digunakan oleh Juniastica (2008) sehingga akan menghasilkan kandungan nutrisi dan antinutrisi BBJP yang berbeda pula. Semakin tinggi penambahan ekstrak antinutrisi, semakin rendah kandungan protein kasar ransum, hal ini disebabkan oleh adanya protein dari nonimunoglobulin alami yang berasal dari ekstrak antinutrisi BBJP yang dapat mengikat karbohidrat sehingga terbentuk kompleks karbohidrat (Juniastica, 2008).

Kandungan TDN ransum penelitian relatif sama umumnya berkisar antara 67,88-68,95 % BK. Kandungan TDN ransum ini sudah memenuhi kebutuhan ransum ternak kambing dan domba yaitu 54-56% (NRC, 2006). *Gross Energy* atau energi total merupakan jumlah panas yang dihasilkan dari oksidasi kompleks dalam pakan (Church dan Pond, 1988). Kandungan GE dalam penelitian ini cenderung semakin menurun seiring bertambahnya taraf pemberian ekstrak antinutrisi dalam ransum. Kandungan GE dalam penelitian ini mengikuti pola kandungan protein kasar dan lemak kasar pada ransum yang ditambahkan ekstrak antinutrisi. Ransum dalam penelitian ini mengandung GE berkisar antara 3086 hingga 3785 (kal/g).

## Konsentrasi Amonia

Protein dihidrolisis menjadi peptida dan asam amino oleh mikroba rumen, akan tetapi beberapa asam amino didegradasi kembali menjadi asam organik, amonia dan karbondioksida. Produksi amonia, asam amino bebas dan peptida-peptida kecil dimanfaatkan oleh mikroorganisme rumen untuk membentuk protein mikroba. Protein mikroba ini apabila dibawa ke abomasum dan usus kecil akan dicerna dan diserap khususnya sel protein mikroba. Amonia dalam cairan rumen merupakan lanjutan dari degradasi mikroba dan sintesis protein (McDonald *et al.*, 2002).

Konsentrasi amonia pada ransum yang diberi ekstrak antinutrisi BBJP dipengaruhi oleh lamanya waktu inkubasi ( $P < 0,01$ ), tetapi tidak dipengaruhi oleh taraf pemberian ekstrak antinutrisi dan perbedaan cairan rumen (Tabel 5). Hasil penelitian ini tidak menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara cairan rumen dan taraf ekstrak antinutrisi, cairan rumen dan waktu inkubasi, taraf ekstrak antinutrisi dan waktu inkubasi, maupun interaksi ketiga perlakuan.

Tabel 5. Rataan Konsentrasi Amonia (mM) pada Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP dari 0-3 Jam Waktu Inkubasi

Faktor Perlakuan	Taraf Ekstrak Antinutrisi dalam Ransum				Rataan $\pm$ SD	
	0	1	2	3		
Kambing	0 jam	28,46 $\pm$ 14,54	30,39 $\pm$ 15,35	31,12 $\pm$ 14,91	31,65 $\pm$ 16,66	30,40 $\pm$ 13,18
	3 jam	36,72 $\pm$ 9,45	40,58 $\pm$ 14,07	37,78 $\pm$ 4,71	35,58 $\pm$ 9,40	37,66 $\pm$ 8,72
	Rataan $\pm$ SD	<b>32,59 <math>\pm</math> 11,86</b>	<b>35,49 <math>\pm</math> 14,30</b>	<b>34,45 <math>\pm</math> 10,54</b>	<b>33,61 <math>\pm</math> 12,29</b>	<b>34,03 <math>\pm</math> 11,54</b>
Cairan Rumen	0 jam	30,28 $\pm$ 6,06	25,25 $\pm$ 6,83	35,86 $\pm$ 11,07	27,05 $\pm$ 1,79	29,61 $\pm$ 7,47
	3 jam	32,21 $\pm$ 3,60	31,52 $\pm$ 3,02	33,96 $\pm$ 4,68	31,12 $\pm$ 6,04	32,20 $\pm$ 3,99
	Rataan $\pm$ SD	<b>31,24 <math>\pm</math> 4,58</b>	<b>28,39 <math>\pm</math> 5,84</b>	<b>34,91 <math>\pm</math> 7,67</b>	<b>29,09 <math>\pm</math> 4,56</b>	<b>30,91 <math>\pm</math> 6,00</b>
Waktu inkubasi	0 jam	29,37 $\pm$ 10,01	27,82 $\pm$ 10,99	33,49 $\pm$ 12,03	29,35 $\pm$ 10,89	<b>30,01 <math>\pm</math> 2,43<sup>B</sup></b>
	3 jam	34,46 $\pm$ 6,86	36,05 $\pm$ 10,37	35,87 $\pm$ 4,69	33,35 $\pm$ 7,48	<b>34,93 <math>\pm</math> 1,27<sup>A</sup></b>
Taraf Ekstrak Antinutrisi	Rataan $\pm$ SD	<b>31,91 <math>\pm</math> 8,60</b>	<b>31,94 <math>\pm</math> 11,05</b>	<b>34,68 <math>\pm</math> 8,80</b>	<b>31,35 <math>\pm</math> 9,15</b>	<b>32,47 <math>\pm</math> 9,24</b>

Keterangan : Superskrip huruf yang berbeda pada kolom dan perlakuan yang sama berbeda sangat nyata pada ( $P < 0,01$ )

Konsentrasi amonia sangat berhubungan dengan jumlah populasi mikroba rumen, khususnya bakteri proteolitik (Bach *et al.*, 2005). Konsentrasi amonia yang tinggi disebabkan oleh tidak adanya penyerapan amonia oleh dinding rumen, *N-recycling*, pembuangan melalui urin dan terjadi lisis mikroba rumen yang dapat

menambah jumlah amonia dalam tabung fermentor sehingga amonia terakumulasi (Afriyanti, 2008). Dalam penelitian Wulandari (2010), tingginya konsentrasi amonia menunjukkan bahwa bakteri proteolitik mampu mendegradasi senyawa antinutrisi kursin yang terdapat dalam ekstrak antinutrisi BBJP.

Konsentrasi amonia yang optimum untuk menunjang sintesis protein mikroba rumen sangat bervariasi, berkisar antara 6-21 mM (McDonald *et al.*, 2002). Konsentrasi amonia dalam penelitian ini umumnya tinggi berkisar antara 25,25-40,58 mM (Tabel 5) yang sangat membantu dalam pembentukan protein mikroba rumen. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi amonia yang dihasilkan dalam penelitian ini sudah dapat dimanfaatkan secara optimal oleh mikroba rumen untuk mensintesis protein mikroba yang kemudian akan diserap di organ pasca rumen. Konsentrasi amonia yang tinggi ini disebabkan oleh adanya penambahan zat antinutrisi dari BBJP yang berbentuk protein. Protein tersebut secara optimal didegradasi oleh mikroba rumen dalam waktu inkubasi yang cepat yaitu 0-3 jam dan kemudian menghasilkan akumulasi kadar amonia yang tinggi. Apabila proses degradasi protein berjalan sangat cepat dibandingkan sintesis protein, maka amonia akan terakumulasi dalam cairan rumen sehingga konsentrasinya berlebihan. Kelebihan amonia ini akan diserap ke dalam darah kemudian dibawa ke hati dan dikonversi menjadi urea (McDonald *et al.*, 2002).

Berdasarkan uji orthogonal kontras, waktu inkubasi nyata berbeda antara 0 jam dan 3 jam ( $P < 0,01$ ) dimana konsentrasi amonia meningkat tajam dalam selang waktu 0 sampai 3 jam. Konsentrasi amonia yang tinggi ini disebabkan oleh perombakan protein menjadi amonia lebih banyak akibat lamanya ransum yang didegradasi dalam rumen atau fermentor. Hal ini sejalan dengan pernyataan McDonald (1995) bahwa produksi amonia dipengaruhi oleh waktu setelah makan, umumnya produksi maksimum amonia dicapai pada 2-4 jam setelah pemberian ransum. Konsentrasi amonia dalam rumen meningkat sangat cepat setelah 1 jam pemberian urea dalam pakan dan konsentrasi optimal amonia juga terjadi pada 2 jam dan antara 3 sampai 4 jam setelah ternak domba mengkonsumsi pakan yang ditambahkan kasein dan ovalbumin (Broderick dan Wallace, 1988).

Rataan konsentrasi amonia tidak dipengaruhi oleh taraf pemberian ekstrak antinutrisi. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam kondisi *in vitro* hingga pemberian

3 % ekstrak antinutrisi belum memberikan respon yang negatif terhadap proses fermentasi dalam rumen ternak domba dan kambing. Pada penelitian Juniastica (2008) dan Afriyanti (2008), konsentrasi amonia pada cairan rumen sapi dan kerbau juga tidak dipengaruhi oleh penambahan antinutrisi kursin BBJP sampai taraf 3% dalam ransum. Namun, konsentrasi amonia pada pemberian ekstrak kursin 0% (tanpa pemberian kursin) menunjukkan konsentrasi amonia paling rendah. Sama halnya dengan penelitian ini, dimana semakin banyak penambahan ekstrak antinutrisi, maka konsentrasi amonia juga meningkat, akan tetapi pada penambahan 3 % ekstrak antinutrisi konsentrasi amonia menurun kembali hingga lebih rendah daripada tanpa penambahan ekstrak antinutrisi (Tabel 5).

Hal ini disebabkan oleh zat antinutrisi yang terkandung dalam BBJP yang berupa saponin. Penambahan saponin sebanyak 2 – 4% dalam ransum dapat menurunkan konsentrasi amonia sebesar 9,3 mg/dL dan 8,3 mg/dL. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan saponin yang dapat menghambat pembentukan mikroorganisme dan proses fermentasi mikroba dalam rumen sehingga akan menghasilkan konsentrasi VFA dan amonia yang rendah (Christopher dan Jogersen, 1987). Selain itu penambahan 3 % ekstrak antinutrisi, mengakibatkan terjadi penurunan konsentrasi amonia yang disebabkan oleh kemampuan mikroba rumen yang semakin menurun akibat adanya efek negatif dari zat antinutrisi tersebut. Semakin banyak penambahan zat antinutrisi dalam ransum penelitian maka semakin banyak protein yang dapat dirombak oleh mikroba menjadi amonia. Makkar *et al.* (1998) menjabarkan antinutrisi yang terkandung dalam BBJP adalah *phorbolester*, *tannin*, *fitat*, *saponin*, *trypsin inhibitor*, dan *lectin*. *Lectin* adalah protein dari *nonimmunoglobulin* alami dan dapat mengikat karbohidrat dari kompleks karbohidrat tanpa perubahan struktur kovalen dari *glycosyl ligands* (Makkar dan Becker, 1997; Becker dan Makkar, 1998).

Perbedaan cairan rumen ternak domba dan kambing juga tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap rataan konsentrasi amonia, walaupun cairan rumen kambing lebih tinggi menghasilkan amonia dibandingkan cairan rumen domba (Tabel 5). Hal ini disebabkan oleh populasi bakteri total dalam cairan rumen kambing nyata lebih tinggi dibandingkan dengan cairan rumen domba. Perbedaan populasi bakteri total ini mengindikasikan bahwa pada cairan rumen kambing,

populasi bakteri yang tinggi kemungkinan terdiri dari bakteri proteolitik. Bakteri proteolitik ini mampu mendegradasi protein untuk menghasilkan amonia yang optimal. Hasil penelitian ini sama seperti pada penelitian Ulya (2007) dimana konsentrasi amonia pada kambing lebih tinggi dibandingkan dengan domba, populasi bakteri proteolitik pada kambing juga lebih tinggi dibandingkan dengan domba.

Berbeda dengan hasil penelitian Wulandari (2010), dimana rata-rata konsentrasi amonia pada cairan rumen domba lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) dibandingkan pada cairan rumen kambing. Hal ini disebabkan oleh populasi bakteri proteolitik pada cairan rumen domba lebih tinggi dibandingkan dengan kambing, sehingga pada penelitian tersebut konsentrasi amonia pada domba lebih tinggi dibandingkan pada kambing. Perbedaan hasil penelitian ini disebabkan oleh cairan rumen yang digunakan berbeda. Perbedaan tersebut terjadi pada waktu pengambilan sampel yang berbeda sehingga cairan rumen yang digunakan berasal dari ternak yang berbeda pula, pakan yang dikonsumsi sebelum pengambilan cairan rumen juga berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa rumen kambing dan domba pada penelitian ini memiliki jumlah dan aktivitas mikroba rumen yang berbeda dengan penelitian Wulandari (2010), sehingga pemanfaatan ransum yang diberi BBJP untuk menghasilkan amonia juga berbeda.

### Konsentrasi VFA

Karbohidrat seperti selulosa, hemiselulosa, pectin, pati dan gula tercerna lainnya merupakan substrat utama dalam proses fermentasi. Karbohidrat ini difermentasi menjadi bentuk heksosa dan pentosa yang kemudian dikonversi menjadi piruvat, selanjutnya piruvat akan dirubah menjadi VFA. VFA umumnya terdiri dari asetat, propionat dan butirrat, akan tetapi juga terdiri dari valerat, caproat, isobutirat, isovalerat, 2-metilbutirat dalam jumlah sedikit serta beberapa jenis asam lainnya yang diproduksi di rumen sebagai hasil akhir dari fermentasi mikroba (France dan Dijkstra, 2005).

Hasil sidik ragam menunjukkan konsentrasi VFA tidak dipengaruhi secara nyata oleh penambahan ekstrak antinutrisi dalam ransum, cairan rumen maupun waktu inkubasi. Tidak terjadi interaksi yang nyata antara cairan rumen dan waktu inkubasi, cairan rumen dan taraf ekstrak antinutrisi, waktu inkubasi dan taraf ekstrak antinutrisi maupun interaksi ketiga faktor tersebut.

Tabel 6. Rataan Konsentrasi VFA (mM) pada Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP dari 0-3 Jam Waktu Inkubasi

Faktor Perlakuan	Taraf Ekstrak Antinutrisi dalam Ransum				Rataan ± SD	
	0	1	2	3		
Kambing	0 jam	67,81 ± 15,34	60,22 ± 15,59	92,07 ± 45,60	121,50 ± 45,16	85,40 ± 38,22
	3 jam	75,40 ± 20,41	80,99 ± 17,78	103,68 ± 40,32	86,75 ± 25,35	86,71 ± 25,84
	Rataan ± SD	<b>71,61 ± 16,68</b>	<b>70,60 ± 18,79</b>	<b>97,88 ± 39,02</b>	<b>104,12 ± 37,88</b>	<b>86,05 ± 31,91</b>
Domba	0 jam	75,40 ± 20,41	90,77 ± 6,26	74,70 ± 54,65	96,00 ± 25,95	84,22 ± 29,05
	3 jam	83,53 ± 24,63	119,22 ± 49,63	128,74 ± 23,23	117,74 ± 57,73	112,31 ± 39,78
	Rataan ± SD	<b>79,47 ± 20,71</b>	<b>104,99 ± 35,27</b>	<b>101,72 ± 47,82</b>	<b>106,87 ± 41,76</b>	<b>98,26 ± 36,96</b>
Waktu Inkubasi	0 jam	71,61 ± 16,68	75,49 ± 19,82	83,38 ± 46,01	108,75 ± 35,78	<b>84,81 ± 33,20</b>
	3 jam	79,47 ± 20,71	100,11 ± 39,37	102,25 ± 32,47	102,25 ± 43,34	<b>96,02 ± 35,32</b>
Taraf Ekstrak Antinutrisi	Rataan ± SD	<b>75,54 ± 18,39</b>	<b>87,80 ± 32,38</b>	<b>97,47 ± 41,66</b>	<b>105,50 ± 38,04</b>	<b>91,58 ± 34,71</b>

Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian Wulandari (2010) dimana terjadi interaksi antara taraf pemberian ekstrak antinutrisi dan waktu inkubasi. Hal ini disebabkan oleh sampel yang digunakan dalam penelitian ini berbeda dengan penelitian Wulandari (2010) sehingga akan menghasilkan respon yang berbeda oleh mikroba yang berbeda pula dalam pembentukan VFA. Wulandari (2010) menjelaskan bahwa konsentrasi VFA pada ransum yang diberi penambahan 1, 2 dan 3% ekstrak antinutrisi BBJP lebih rendah pada 0 jam waktu inkubasi, kemudian meningkat pada 3 jam waktu inkubasi. Namun, pada 6 jam inkubasi, konsentrasi VFA mulai mengalami penurunan. Konsentrasi VFA total ransum yang diberi ekstrak antinutrisi 3% cenderung lebih rendah dibandingkan dengan taraf 0-2% antinutrisi pada semua waktu inkubasi. Berdasarkan interaksi kedua faktor tersebut Wulandari (2010) menyimpulkan bahwa konsentrasi VFA optimal dihasilkan pada pemberian 1% dan 2% antinutrisi BBJP dengan waktu inkubasi 3 jam. Hal ini menandakan bahwa penambahan antinutrisi BBJP pada taraf 3% mulai mempengaruhi aktivitas bakteri selulolitik dan amilolitik dalam memproduksi VFA total, meskipun pengaruhnya tidak berbeda nyata dengan penambahan ekstrak antinutrisi BBJP pada taraf 1-2%.

Konsentrasi VFA cairan rumen kambing tidak berbeda nyata dengan cairan rumen domba. Hal tersebut menunjukkan bahwa mikroba rumen kambing dan domba memiliki kemampuan yang sama dalam memproduksi VFA, walaupun produksi

VFA cairan rumen domba sedikit lebih tinggi dibandingkan kambing yaitu 98,26 mM dan 86,05 mM. Tingginya konsentrasi VFA pada domba berkaitan dengan populasi protozoa cairan rumen domba lebih rendah dibandingkan dengan cairan rumen kambing. Protozoa cairan rumen domba yang rendah akan mendegradasi partikel pati lebih sedikit dibandingkan dengan populasi protozoa cairan rumen kambing yang lebih tinggi. Cairan rumen domba tersebut akan menghasilkan VFA yang tinggi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Mendoza *et al.* (1993) bahwa populasi protozoa yang tinggi akan mendegradasi pati dalam jumlah yang lebih sedikit sehingga akan menghasilkan VFA yang rendah. Produksi VFA total juga sangat berhubungan dengan mikroba rumen, khususnya bakteri selulolitik dan amilolitik (Church, 1979).

Pada penelitian Wulandari (2010), populasi bakteri selulolitik dan amilolitik cairan rumen domba sangat nyata lebih tinggi dibandingkan kambing, akan tetapi pada penelitian tersebut konsentrasi VFA tidak dipengaruhi oleh perbedaan cairan rumen. Wulandari (2010) menjelaskan bahwa sebagian VFA pada cairan rumen domba sudah digunakan oleh bakteri sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya, sehingga konsentrasinya tidak berbeda nyata dengan kambing. Penelitian Ulya (2007) juga menjelaskan bahwa konsentrasi VFA yang diberi BBJP tidak dipengaruhi secara nyata oleh perbedaan cairan rumen kambing dan domba. Rataan konsentrasi VFA dalam penelitian ini berkisar antara 60,22-128,74 mM, nilai ini cukup untuk pertumbuhan optimal mikroba rumen yaitu 80-160 mM (Sutardi, 1979).

Waktu inkubasi tidak memberikan respon yang nyata terhadap produksi VFA, namun produksi VFA tertinggi dicapai pada waktu inkubasi 3 jam dibandingkan 0 jam. Semakin lama ransum yang didegradasi dalam rumen, semakin banyak produksi VFA yang dihasilkan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ulya (2007) dan Afriyanti (2008) yang menyatakan bahwa konsentrasi VFA pada ransum yang diberi BBJP secara *in vitro* semakin meningkat seiring meningkatnya waktu inkubasi. Penelitian Wulandari (2010) menunjukkan bahwa konsentrasi VFA total pada waktu inkubasi 0 jam lebih rendah ( $P < 0,01$ ) dibandingkan pada waktu inkubasi 3 dan 6 jam, sementara konsentrasi antara 3 dan 6 jam waktu inkubasi tidak berbeda nyata.



## Populasi Bakteri Total

Mikroba yang terdapat di dalam rumen dibagi menjadi empat jenis mikroorganisme anaerob yaitu bakteri, protozoa, fungi dan virus. Pada umumnya mikroorganisme tersebut terdapat pada tiga lokasi yaitu menempel pada dinding rumen, menempel pada partikel pakan dan bergerak bebas dalam cairan rumen (Preston dan Leng, 1987). Ogimoto dan Imai (1981) mengklasifikasikan bahwa telah diidentifikasi sekitar 200 spesies bakteri dengan jumlah bakteri sekitar  $10^{10}$ - $10^{12}$  per ml cairan rumen.

Tabel 7. Rataan Populasi Bakteri Total ( $\times 10^7$  CFU/ml) pada Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP dari 0-3 Jam Waktu Inkubasi

Faktor Perlakuan	Tarf Ekstrak Antinutrisi dalam Ransum				Rataan $\pm$ SD	
	%					
	0	1	2	3		
Kambing	0 jam	2,8 $\pm$ 1,7	1,9 $\pm$ 2,2	0,9 $\pm$ 1,2	2,1 $\pm$ 2,8	1,9 $\pm$ 1,9
	3 jam	1,9 $\pm$ 2,8	2,0 $\pm$ 2,1	2,1 $\pm$ 2,9	0,9 $\pm$ 0,5	1,7 $\pm$ 2,0
	Rataan $\pm$ SD	<b>2,3 <math>\pm</math> 2,1</b>	<b>1,9 <math>\pm</math> 1,9</b>	<b>1,5 <math>\pm</math> 2,1</b>	<b>1,5 <math>\pm</math> 1,9</b>	<b>1,8 <math>\pm</math> 1,9<sup>A</sup></b>
Domba	0 jam	2,2 $\pm$ 1,7	1,3 $\pm$ 1,2	0,7 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,5	1,3 $\pm$ 1,1
	3 jam	1,4 $\pm$ 2,2	1,8 $\pm$ 1,6	0,7 $\pm$ 0,7	1,4 $\pm$ 1,3	1,3 $\pm$ 1,3
	Rataan $\pm$ SD	<b>1,8 <math>\pm</math> 1,8</b>	<b>1,5 <math>\pm</math> 1,3</b>	<b>0,7 <math>\pm</math> 0,6</b>	<b>1,1 <math>\pm</math> 0,9</b>	<b>1,3 <math>\pm</math> 1,2<sup>B</sup></b>
Waktu inkubasi	0 jam	2,5 $\pm$ 1,5	1,6 $\pm$ 1,6	0,8 $\pm$ 0,8	1,5 $\pm$ 1,9	<b>1,6 <math>\pm</math> 1,6</b>
	3 jam	1,6 $\pm$ 2,2	1,9 $\pm$ 1,7	1,4 $\pm$ 2,0	1,1 $\pm$ 0,9	<b>1,5 <math>\pm</math> 1,7</b>
Tarf Ekstrak Antinutrisi	Rataan $\pm$ SD	<b>2,1 <math>\pm</math> 1,9</b>	<b>1,7 <math>\pm</math> 1,6</b>	<b>1,1 <math>\pm</math> 1,5</b>	<b>1,3 <math>\pm</math> 1,5</b>	<b>1,6 <math>\pm</math> 1,8</b>

Keterangan : Superskrip huruf yang berbeda pada kolom dan perlakuan yang sama berbeda sangat nyata pada ( $P < 0,01$ )

Hasil sidik ragam (Tabel 7) menunjukkan bahwa rata-rata populasi bakteri total dipengaruhi oleh perbedaan cairan rumen ( $P < 0,01$ ) dan tidak dipengaruhi oleh taraf pemberian ekstrak antinutrisi dan waktu inkubasi. Hasil penelitian ini juga tidak menunjukkan adanya interaksi antara cairan rumen dan waktu inkubasi, cairan rumen dan taraf ekstrak antinutrisi, taraf ekstrak antinutrisi dan waktu inkubasi, serta interaksi ketiga faktor. Populasi bakteri total dalam penelitian ini berkisar antara 0,7 hingga  $2,8 \times 10^7$  CFU/ml cairan rumen. Populasi bakteri total cenderung menurun dengan adanya penambahan ekstrak antinutrisi. Akan tetapi penurunan ini tidak signifikan hingga penambahan 3 % ekstrak antinutrisi. Hal ini menunjukkan bahwa

bakteri dalam rumen ternak kambing dan domba mampu mentolerir adanya ekstrak antinutrisi hingga penambahan 3 %.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wulandari (2010) dan Afriyanti (2008) yaitu taraf pemberian ekstrak antinutrisi tidak mempengaruhi secara nyata terhadap populasi bakteri total. Hasil yang tidak signifikan ini disebabkan oleh ekstrak antinutrisi BBJP yang digunakan dalam penelitian ini mengandung beberapa zat antinutrisi lainnya diantaranya kursin, saponin, tanin dan alkaloid (Uji Kualitatif Laboratorium Biofarmaka, 2009). Kursin memiliki mekanisme yang sama seperti risin yaitu dapat menempel pada membran sel yang mengandung glikolipid dan glikoprotein (Hadi, 2008). Dalam penelitian Wulandari (2010), keberadaan kursin di dalam ekstrak antinutrisi BBJP juga diduga tidak mempengaruhi populasi bakteri total kambing dan domba. Hal ini disebabkan oleh sel prokariotik seperti bakteri memiliki kemampuan kemotaksis yaitu tertarik ataupun menjauh dari senyawa kimia tertentu, sehingga bakteri akan bergerak menjauhi senyawa toksik, dengan sendirinya bakteri terbebas dari infeksi rusaknya ribosom oleh kursin (Lehninger, 1982).

Populasi bakteri total pada cairan rumen kambing sangat nyata lebih tinggi dibandingkan dengan cairan rumen domba ( $P < 0,01$ ). Hasil ini sejalan dengan konsentrasi amonia pada ternak kambing lebih tinggi dibandingkan dengan ternak domba, akan tetapi berbeda dengan konsentrasi VFA pada penelitian ini dimana cairan rumen domba lebih tinggi dibandingkan dengan cairan rumen kambing. Populasi bakteri total cairan rumen domba lebih rendah daripada cairan rumen kambing, akan tetapi kemungkinan dalam cairan rumen domba tersebut terdapat bakteri selulolitik dan amilolitik yang lebih banyak daripada kambing. Konsentrasi VFA yang tinggi pada cairan rumen domba dapat disebabkan oleh adanya populasi bakteri amilolitik dan selulolitik yang tinggi sehingga dapat mendegradasi serat dan pati menjadi VFA lebih optimal. Konsentrasi amonia yang tinggi pada cairan rumen kambing sejalan dengan populasi bakteri total kambing yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada populasi bakteri yang tinggi itu terdapat jumlah bakteri proteolitik yang lebih banyak daripada bakteri selulolitik dan amilolitik. Sebagian dari bakteri selulolitik dan amilolitik tersebut juga mempunyai kemampuan mendegradasi protein, atau kondisi ini akan menghasilkan degradasi protein berupa amonia yang lebih tinggi daripada hasil fermentasi VFA.

Wulandari (2010) menyatakan bahwa secara keseluruhan dilihat dari rataan populasi bakteri total cairan rumen domba sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih tinggi daripada cairan rumen kambing. Hasil ini sudah terlihat jelas dari awal 0 jam waktu inkubasi kedua cairan rumen ini memiliki jumlah populasi bakteri total yang sangat berbeda. Pada penelitian Dewi (2007), populasi bakteri total tidak dipengaruhi oleh adanya perbedaan cairan rumen kambing dan domba, dimana pada 24 jam waktu inkubasi populasi bakteri total cairan rumen kambing menurun, sedangkan pada cairan rumen domba meningkat. Hasil penelitian Dewi (2007) dan Wulandari (2010) berbeda dalam hal ini, disebabkan oleh perbedaan cairan rumen kambing dan domba yang digunakan. Hasil yang berbeda-beda ini menunjukkan bahwa populasi mikroba cairan rumen kambing dan domba sangat bervariasi jumlahnya dan setiap individu memiliki aktivitas mikroba yang berbeda-beda.

Tabel 7 menunjukkan bahwa populasi bakteri total semakin menurun seiring meningkatnya waktu inkubasi, namun perbedaan ini tidak nyata. Penurunan populasi bakteri total ini tidak sejalan dengan produksi amonia dan VFA yang lebih tinggi seiring lamanya waktu inkubasi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh fase pertumbuhan bakteri yang pada waktu inkubasi tersebut masih rendah sehingga sampai waktu inkubasi 3 jam belum ada peningkatan populasi bakteri total. Penyebab lainnya yaitu hingga waktu inkubasi 3 jam bakteri terus menerus melakukan aktivitas degradasi pakan yang optimal dan belum memanfaatkan hasil fermentasi tersebut bagi pertumbuhan mereka.

Hasil ini berbeda dengan penelitian Wulandari (2010) dan Afriyanti (2008) dimana populasi bakteri total nyata meningkat seiring lamanya waktu inkubasi. Wulandari (2010) menyatakan bahwa populasi bakteri total pada waktu inkubasi 0 jam sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih rendah daripada waktu inkubasi 3 jam, dan populasi bakteri total pada waktu inkubasi 3 jam sangat nyata ( $P < 0,01$ ) lebih rendah daripada 6 jam. Secara umum bakteri total dalam cairan rumen kambing dan domba mampu memanfaatkan amonia dan VFA untuk pertumbuhannya. Hal tersebut saling berkaitan erat karena bakteri yang semakin banyak dapat mempercepat proses degradasi ransum sehingga hasil degradasi berupa VFA akan turut meningkat (Wulandari, 2010). Perbedaan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya disebabkan oleh kemampuan bakteri yang berbeda-beda dalam mendegradasi dan

memanfaatkan hasil fermentasi pada waktu inkubasi tertentu. Populasi bakteri total cairan rumen kambing dan domba pada penelitian ini memiliki kemampuan yang rendah untuk mendegradasi dan memanfaatkan hasil fermentasi bagi pertumbuhannya. Perbedaan hasil ini juga disebabkan oleh populasi bakteri pada cairan rumen domba dan kambing dalam penelitian ini masih dalam fase pertumbuhan yang rendah pada waktu inkubasi tersebut.

### Populasi Protozoa Total

Protozoa sangat berperan dalam proses fermentasi, contohnya spesies *Oligotrich* dapat mencerna partikel pakan, akan tetapi tidak dapat memanfaatkan selulosa (McDonald *et al.*, 2002). Faktor-faktor yang mempengaruhi populasi protozoa adalah jenis pakan, bangsa ternak, konsentrasi  $\text{NH}_3$  dan VFA rumen, pH rumen dan intensitas pemberian pakan (Arora, 1989). Peranan protozoa dalam sistem pencernaan rumen antara lain sebagai pemangsa bakteri sebagai sumber protein untuk kehidupannya sehingga jumlah bakteri sebagai pencerna partikel ransum dalam rumen akan berkurang (Arora, 1995).

Rataan populasi protozoa tidak dipengaruhi secara nyata oleh perbedaan cairan rumen, taraf pemberian ekstrak antinutrisi, waktu inkubasi, interaksi cairan rumen dan taraf ekstrak antinutrisi maupun interaksi waktu inkubasi dan taraf ekstrak antinutrisi (Tabel 8). Akan tetapi terjadi perbedaan yang sangat nyata pada interaksi antara waktu inkubasi dan cairan rumen (Gambar 4). Populasi protozoa antara cairan rumen kambing lebih tinggi daripada cairan rumen domba yaitu  $3,70 \times 10^4$  sel/ml dan  $3,41 \times 10^4$  sel/ml walaupun tidak berbeda nyata. Sama halnya dengan populasi bakteri total cairan rumen kambing yang lebih tinggi daripada cairan rumen domba.

Populasi protozoa yang tinggi pada cairan rumen kambing sejalan dengan konsentrasi amonia yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu konsentrasi amonia pada cairan rumen kambing lebih tinggi dibandingkan pada cairan rumen domba. Hasil ini sesuai dengan penelitian Christopher dan Jorgensen (1987), adanya penambahan antinutrisi saponin dalam ransum akan menurunkan populasi protozoa dan konsentrasi amonia. Akan tetapi berbeda dengan hasil konsentrasi VFA, dimana cairan rumen domba lebih tinggi daripada cairan rumen kambing. Hal ini disebabkan oleh protozoa yang mempengaruhi pola fermentasi rumen dengan cara mencerna partikel-partikel pati yang menyebabkan kadar VFA rendah dan menyebabkan

perubahan rasio butirat dan propionat juga berubah (Arora, 1989). Semakin tinggi populasi protozoa dalam rumen, akan menghasilkan konsentrasi VFA yang lebih rendah.

Tabel 8. Rataan Populasi Protozoa Total ( $\times 10^4$  sel/ml) pada Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP dari 0-3 Jam Waktu Inkubasi

Faktor Perlakuan	Taraf Ekstrak Antinutrisi dalam Ransum				Rataan $\pm$ SD	
	%					
	0	1	2	3		
Kambing	0 jam	4,13 $\pm$ 2,73	3,80 $\pm$ 3,61	3,40 $\pm$ 2,46	3,60 $\pm$ 4,52	3,73 $\pm$ 2,93 <sup>B</sup>
	3 jam	4,53 $\pm$ 3,29	3,53 $\pm$ 2,23	3,13 $\pm$ 2,87	3,47 $\pm$ 1,97	3,67 $\pm$ 2,32 <sup>B</sup>
Cairan	Rataan $\pm$ SD	<b>4,33 <math>\pm</math> 2,71</b>	<b>3,67 <math>\pm</math> 2,69</b>	<b>3,27 <math>\pm</math> 2,40</b>	<b>3,53 <math>\pm</math> 3,12</b>	<b>3,70 <math>\pm</math> 2,59</b>
Rumen	Domba 0 jam	6,00 $\pm$ 4,93	5,27 $\pm$ 4,03	4,13 $\pm$ 3,56	3,33 $\pm$ 2,39	4,68 $\pm$ 3,44 <sup>A</sup>
	Domba 3 jam	1,73 $\pm$ 1,03	1,93 $\pm$ 0,99	2,47 $\pm$ 1,21	2,40 $\pm$ 1,31	2,13 $\pm$ 1,02 <sup>C</sup>
	Rataan $\pm$ SD	<b>3,87 <math>\pm</math> 3,95</b>	<b>3,60 <math>\pm</math> 3,19</b>	<b>3,30 <math>\pm</math> 2,54</b>	<b>2,87 <math>\pm</math> 1,80</b>	<b>3,41 <math>\pm</math> 2,80</b>
Waktu inkubasi	0 jam	5,07 $\pm$ 3,71	4,53 $\pm$ 3,51	3,77 $\pm$ 2,76	3,47 $\pm$ 3,24	<b>4,21 <math>\pm</math> 3,17</b>
	3 jam	3,13 $\pm$ 2,66	2,73 $\pm$ 1,77	2,80 $\pm$ 2,00	2,93 $\pm$ 1,61	<b>2,90 <math>\pm</math> 1,92</b>
Taraf Ekstrak Antinutrisi	Rataan $\pm$ SD	<b>4,10 <math>\pm</math> 3,24</b>	<b>3,63 <math>\pm</math> 2,81</b>	<b>3,28 <math>\pm</math> 2,36</b>	<b>3,20 <math>\pm</math> 2,45</b>	<b>3,55 <math>\pm</math> 2,67</b>

Keterangan : Superskrip huruf yang berbeda pada kolom dan perlakuan yang sama berbeda sangat nyata pada ( $P < 0,01$ )

Populasi protozoa yang tinggi pada cairan rumen kambing dibandingkan dengan cairan rumen domba sejalan dengan hasil penelitian Ulya (2007) dan Wulandari (2010). Wulandari (2010) menambahkan tingginya populasi protozoa setelah pemberian ekstrak antinutrisi BBJP pada kambing menunjukkan bahwa protozoa di dalam rumen kambing lebih toleran terhadap zat antinutrisi BBJP. Kemungkinan lain dapat diakibatkan oleh populasi awal dari protozoa rumen kambing lebih tinggi daripada rumen domba sehingga dapat mempercepat proses adaptasi terhadap antinutrisi dan efek penurunan populasinya lebih rendah dibandingkan domba.

Taraf pemberian antinutrisi dalam ransum tidak menunjukkan perbedaan yang nyata hingga pemberian 3 %, artinya pemberian ekstrak antinutrisi dalam ransum hingga 3 % atau tanpa pemberian tidak mempengaruhi populasi protozoa ternak kambing dan domba, namun populasi protozoa semakin menurun dengan meningkatnya taraf pemberian ekstrak antinutrisi. Hasil ini sesuai dengan penelitian Afriyanti (2008) dan Wulandari (2010) dimana populasi protozoa total nyata semakin menurun dengan adanya taraf pemberian ekstrak antinutrisi BBJP dalam

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.  
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

ransum. Adanya antinutrisi kursin dalam ransum menyebabkan protozoa total tidak mampu bertahan seiring penambahan taraf ekstrak antinutrisi yang semakin banyak dalam ransum.

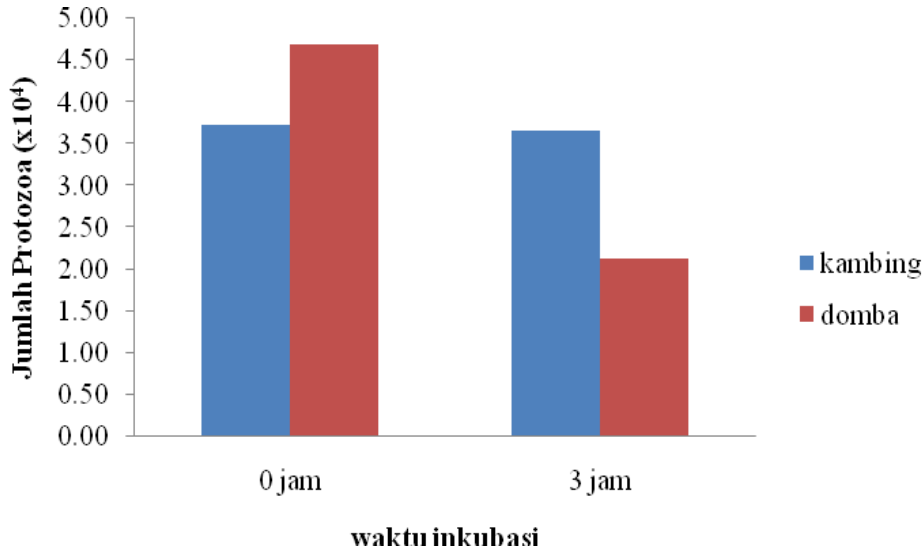
Lin *et al.* (2003) menyatakan bahwa kursin merupakan salah satu jenis RIP (*ribosome inactivating protein*) yang bersifat toksik dengan menghambat sintesis protein pada sel eukariotik dan menjadi katalis perusak ribosom. Mekanisme kursin hampir sama dengan risin yaitu adanya dua rantai yang saling berikatan dimana rantai pertama berperan untuk mengikat senyawa sejenis glikoprotein atau glikolipid. Rantai pertama dari kursin akan masuk dan berikatan dengan membran sel, sedangkan rantai kedua akan terlepas dari rantai pertama dan berikatan dengan ribosom. Rantai kedua tersebut akan menginaktivasi ribosom sehingga sintesis protein tidak akan berlangsung, dengan demikian sel akan segera mati (Hadi, 2008).

Kemungkinan lain penyebab terjadinya penurunan populasi protozoa total seiring bertambahnya pemberian taraf ekstrak antinutrisi BBJP dalam ransum adalah karena adanya saponin yang terkandung dalam ekstrak antinutrisi BBJP tersebut. Kandungan saponin dalam ekstrak antinutrisi BBJP dalam penelitian ini sebesar 0,2% (Hasil Uji Kuantitatif Laboratorium Balai Penelitian Ternak, 2009). Saponin merupakan agen anti protozoa, sehingga dapat menurunkan populasi protozoa (Odenyo *et al.*, 1999). Pemberian saponin yang berasal dari ekstrak methanol *Sapindus rarak* sebanyak 4 mg/ml menurunkan populasi protozoa sebanyak  $\pm 0,75 \times 10^5$ /ml cairan rumen pada waktu  $\pm 6$  jam waktu inkubasi (Wina *et al.*, 2005).

Populasi protozoa dalam waktu 3 jam inkubasi umumnya semakin menurun dibandingkan pada 0 jam waktu inkubasi, namun perbedaan ini tidak memberikan pengaruh yang nyata berdasarkan hasil sidik ragam. Hal ini berbanding terbalik dengan konsentrasi amonia dan VFA yang dihasilkan dalam penelitian ini dimana semakin lama waktu inkubasi maka konsentrasi VFA dan amonia akan meningkat. Peningkatan konsentrasi VFA total pada 3 jam waktu inkubasi mengindikasikan bahwa populasi protozoa sudah mulai berkurang pada waktu inkubasi tersebut, sehingga semakin sedikit protozoa yang mencerna partikel-partikel pati dalam pakan yang menyebabkan konsentrasi VFA meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian Wulandari (2010) dan Ulya (2007) dimana terjadi penurunan populasi protozoa seiring dengan lamanya waktu inkubasi. Populasi protozoa siliata pada berbagai

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

ternak ruminansia berkisar antara  $10^4$ - $10^6$  per ml cairan rumen (Kamra, 2005). Kisaran ini sama dengan kisaran populasi protozoa cairan rumen kambing dan domba dalam penelitian ini. Kisaran populasi protozoa total dalam penelitian ini yaitu  $1,73$ - $6,00 \times 10^4$  sel/ml.



Gambar 4. Populasi Protozoa Total ( $\times 10^4$  sel/ml) pada Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP dari 0-3 Jam Waktu Inkubasi

Uji lanjut kontras ortogonal menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dalam interaksi antara cairan rumen dan waktu inkubasi ( $P < 0,01$ ). Populasi protozoa pada cairan rumen kambing lebih tinggi dibandingkan pada cairan rumen domba. Pada waktu inkubasi 3 jam terjadi penurunan populasi protozoa baik pada cairan rumen kambing maupun domba, akan tetapi cairan rumen domba terjadi penurunan populasi protozoa yang sangat tajam (Gambar 4). Populasi protozoa semakin menurun seiring lamanya waktu inkubasi baik pada kambing maupun domba, hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu inkubasi, protozoa semakin tidak mampu bertahan lama akibat adanya zat antinutrisi dalam ransum. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Wulandari (2010) dimana pemberian ekstrak antinutrisi BBJP ke dalam ransum berbeda nyata terhadap waktu inkubasi ( $P < 0,01$ ). Perbedaan hasil ini disebabkan oleh cairan rumen yang digunakan pada penelitian ini memiliki populasi protozoa total yang mampu beradaptasi dengan baik terhadap penambahan ekstrak antinutrisi.

Pada penelitian Wulandari (2010), populasi protozoa menurun seiring dengan besarnya penambahan taraf ekstrak antinutrisi BBJP. Penambahan ekstrak

antinutrisi BBJP sampai taraf 3% hanya menurunkan populasi protozoa pada inkubasi 3 jam, akan tetapi pada waktu inkubasi 6 jam populasi protozoa mulai meningkat kembali. Hal ini disebabkan oleh kemampuan adaptasi protozoa terhadap antinutrisi BBJP setelah 3 jam waktu inkubasi.

### Kecernaan Bahan Kering

Kecernaan bahan kering merupakan suatu tolak ukur untuk menentukan kualitas pakan. Semakin tinggi kecernaan bahan kering, maka semakin tinggi pula zat-zat makanan yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Hasil sidik ragam menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata pada rataan KCBK antara cairan rumen kambing dan domba ( $P < 0,01$ ), tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan taraf ekstrak antinutrisi serta interaksi antara cairan rumen dan taraf ekstrak antinutrisi. Rataan KCBK dalam penelitian ini cukup tinggi yaitu 36,32% - 42,79%, hal ini disebabkan oleh ransum pada penelitian ini yang terdiri dari karbohidrat mudah dicerna seperti jagung halus 25% dan konsentrat 25%.

Tabel 9. Rataan Kecernaan Bahan Kering (%) Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP

Cairan Rumen	Taraf Ekstrak Antinutrisi dalam Ransum				Rataan ± SD
	0	1	2	3	
Kambing	37,15 ± 3,99	36,62 ± 10,28	36,72 ± 6,44	36,32 ± 10,88	<b>36,70 ± 7,16<sup>B</sup></b>
Domba	38,52 ± 4,04	42,26 ± 0,43	42,79 ± 0,56	39,44 ± 3,76	<b>40,75 ± 1,12<sup>A</sup></b>
Rataan ± SD	<b>37,84 ± 3,67</b>	<b>39,44 ± 7,20</b>	<b>39,75 ± 5,27</b>	<b>37,88 ± 7,48</b>	<b>38,73 ± 5,76</b>

Keterangan : Superskrip huruf yang berbeda pada kolom dan perlakuan yang sama berbeda sangat nyata pada ( $P < 0,01$ )

KCBK pada cairan rumen domba sangat nyata lebih tinggi dibandingkan KCBK pada cairan rumen kambing ( $P < 0,01$ ). Berbeda dengan populasi bakteri total dimana populasi bakteri total pada cairan rumen kambing lebih tinggi dibandingkan cairan rumen domba yang seharusnya menjadikan nilai kecernaan bahan kering pada cairan rumen kambing lebih tinggi daripada domba. Hal ini menjelaskan bahwa aktivitas bakteri kambing lebih rendah daripada domba. Tingginya populasi bakteri pada cairan rumen kambing menyebabkan adanya persaingan dalam mendegradasi ransum sehingga KCBK yang dihasilkan pada cairan rumen kambing tidak optimal dibandingkan dengan domba.



Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Dewi (2007) dimana kecernaan bahan kering BBJP pada cairan rumen domba relatif lebih tinggi dibandingkan kecernaan bahan kering pada cairan rumen kambing. Kandungan zat antinutrisi seperti tannin dan fitat dalam BBJP dapat membentuk ikatan kompleks dengan zat makanan sehingga menghambat kerja beberapa enzim dalam mencerna pakan juga dapat menghambat aktivitas mikroba dalam mendegradasi zat makanan. Pada penelitian ini ekstrak antinutrisi BBJP yang digunakan mengandung tanin, alkaloid, flavonoid, saponin, steroid dan triterpenoid (Uji Kualitatif Laboratorium Biofarmaka, 2009). KCBK cairan rumen domba lebih tinggi dibandingkan dengan cairan rumen kambing, yang kemungkinan disebabkan oleh tingginya konsentrasi VFA pada cairan rumen domba. Akan tetapi tingginya KCBK pada cairan rumen domba ini tidak menyebabkan konsentrasi amonia yang tinggi pula. Hal ini disebabkan oleh bakteri total pada cairan rumen domba lebih rendah daripada cairan rumen kambing.

Penambahan ekstrak antinutrisi tidak mempengaruhi secara nyata terhadap nilai KCBK, namun terlihat pada Tabel 9 bahwa semakin meningkat penambahan ekstrak antinutrisi semakin tinggi pula nilai KCBK hingga penambahan 2 %, dan menurun kembali pada pemberian 3 % ekstrak antinutrisi. Hal ini mengindikasikan bahwa hingga pemberian 2% ekstrak antinutrisi mikroba rumen masih dapat memanfaatkan zat-zat nutrisi dalam ransum untuk pertumbuhannya. Akan tetapi setelah penambahan 3% ekstrak antinutrisi dalam ransum, kecernaan bahan kering mulai menurun mengindikasikan bahwa mikroba rumen mulai menurun dalam pemanfaatan zat-zat nutrisi dalam ransum akibat adanya faktor pembatas berupa zat antinutrisi dalam BBJP. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Afriyanti (2008) dimana nilai kecernaan bahan kering tidak dipengaruhi oleh perlakuan taraf ekstrak antinutrisi dalam ransum.

### **Kecernaan Bahan Organik**

Kecernaan bahan organik juga merupakan salah satu indikator untuk menentukan kualitas ransum. Nilai KCBK akan sesuai dengan KCBO karena sebagian bahan kering dalam ransum terdiri dari bahan organik (Sutardi, 1980). Tabel 10 menunjukkan bahwa rataan KCBO dipengaruhi oleh perbedaan cairan rumen yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ), dan tidak dipengaruhi oleh taraf pemberian

ekstrak antinutrisi dan interaksi antara cairan rumen dan taraf ekstrak antinutrisi berdasarkan hasil sidik ragam.

Tabel 10. Rataan Kecernaan Bahan Organik (%) Ransum yang Diberi Perlakuan Ekstrak Antinutrisi BBJP

Cairan Rumen	Taraf Ekstrak Antinutrisi dalam Ransum				Rataan ± SD
	0	1	2	3	
Kambing	43,46 ± 3,73	42,79 ± 9,31	43,17 ± 6,34	42,38 ± 9,41	<b>42,95 ± 6,47<sup>B</sup></b>
Domba	44,16 ± 3,53	47,65 ± 0,17	52,11 ± 5,74	45,08 ± 3,04	<b>47,25 ± 4,51<sup>A</sup></b>
Rataan ± SD	<b>43,81 ± 3,27</b>	<b>45,22 ± 6,47</b>	<b>47,64 ± 7,30</b>	<b>43,73 ± 6,43</b>	<b>45,10 ± 5,88</b>

Keterangan : Superskrip huruf yang berbeda pada kolom dan perlakuan yang sama berbeda sangat nyata pada (P<0,01)

Terjadi perbedaan antara populasi bakteri total dan KCBO, dimana semakin tinggi populasi bakteri total pada cairan rumen kambing seharusnya akan menghasilkan nilai KCBO yang lebih tinggi pada cairan rumen kambing. Akan tetapi berdasarkan hasil sidik ragam KCBO pada cairan rumen domba nyata lebih tinggi dibandingkan pada cairan rumen kambing (P<0,01). Hal ini disebabkan oleh kemampuan bakteri yang berbeda-beda dalam mencerna bahan organik ransum. Tingginya populasi bakteri pada cairan rumen kambing menyebabkan adanya persaingan dalam mendegradasi ransum sehingga KCBO yang dihasilkan pada cairan rumen kambing tidak optimal dibandingkan dengan domba.

Pemberian ekstrak antinutrisi hingga 3 % tidak mempengaruhi nilai KCBO secara nyata. Rataan KCBO semakin meningkat seiring bertambahnya pemberian ekstrak antinutrisi. Hal ini mengikuti pola pencernaan bahan kering dimana seiring meningkatnya penambahan ekstrak antinutrisi maka pencernaan bahan kering akan meningkat. Semakin tinggi penambahan ekstrak antinutrisi dalam ransum akan meningkatkan bahan organik ransum sehingga akan meningkatkan produk fermentasi yang berupa VFA dan amonia. Akan tetapi pada pemberian ekstrak antinutrisi 3% dalam ransum menurunkan nilai pencernaan bahan organik sama halnya seperti pencernaan bahan kering.

Nilai KCBK dan KCBO pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Dewi (2007) yang menggunakan BBJP secara *in vitro*. Hal ini disebabkan pada penelitian Dewi (2007) menggunakan BBJP sebagai ransum tunggal yang



memiliki kandungan serat kasar yang tinggi yaitu sebesar 38,49%, sehingga proses degradasi ransum lebih lambat.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

#### Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Cairan rumen kambing dan cairan rumen domba hampir sama dalam menghasilkan VFA dan amonia. KCBK dan KCBO cairan rumen domba nyata lebih tinggi dibandingkan dengan cairan rumen kambing. Penambahan ekstrak antinutrisi dalam ransum hingga 3 % secara *in vitro* meningkatkan fermentabilitas (VFA dan amonia) dan pencernaan (KCBK dan KCBO), akan tetapi peningkatan ini tidak signifikan. Waktu inkubasi yang semakin lama akan meningkatkan konsentrasi VFA secara tidak nyata dan konsentrasi amonia yang sangat nyata. Waktu inkubasi tidak mempengaruhi populasi mikroorganisme dalam cairan rumen kambing dan domba. Populasi mikroorganisme cairan rumen kambing lebih tinggi daripada domba. Populasi protozoa tidak dipengaruhi oleh perbedaan cairan rumen. Pengaruh interaksi antara cairan rumen dan waktu inkubasi terjadi pada populasi protozoa. Dengan demikian, mikroba rumen kambing dan domba cukup toleran terhadap antinutrisi BBJP.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan ekstrak antinutrisi yang lebih besar untuk mengetahui ekstrak antinutrisi dalam BBJP dapat menjadi faktor pembatas dan memberikan efek negatif dalam proses fermentasi ternak ruminansia besar ataupun ternak ruminansia kecil.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Ir. Anita S. Tjakradidjaja, M.Rur.Sc. selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Ir. Ibnu Katsir Amrullah, MSc. selaku dosen pembimbing anggota dan pembimbing akademik yang senantiasa sabar mendidik, mengarahkan, memberi ilmu dan motivasi mulai dari penyusunan proposal, jalannya penelitian hingga penulisan skripsi terselesaikan. Terima kasih pula penulis ucapkan kepada Ir. Kukuh Budi Satoto, MS. selaku dosen pembahas seminar, Ir. Widya Hermana M.Si. selaku panitia seminar, Prof. Dr. Ir. Toto Toharomat, M.Agr. Sc dan Irma Isnafia Arief, S. Pt., M. Si selaku dosen penguji sidang serta Ir. Lilis Khotijah, M. Si sebagai perwakilan dari departemen yang telah memberikan kritik, saran dan sumbangan pemikiran serta masukan dalam penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis haturkan kepada Departemen Agama RI atas bantuan berupa beasiswa kepada penulis selama menuntut ilmu di IPB.

Ungkapan terima kasih sebesar-besarnya penulis haturkan kepada Aba, Umi dan adik-adik ku tercinta (Misbah dan Dihya) atas kasih sayang, nasehat, kesabaran, doa yang tiada henti, motivasi dan selalu menguatkan penulis dalam menghadapi segalanya. Terima kasih atas masukan ilmu selama penelitian dari Putri Wulandari, S. Pt. Kepada Bu Yani, Pak Rakhmat, Bu Dian, Mba Lela yang telah banyak membantu saat penelitian. Seluruh teman-teman INTIP angkatan 42 yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas bantuan, semangat dan kebersamaan kalian. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada sahabat-sahabatku di D'OCEAN (Soft, Isna, Eva dan Ame), teman-teman CSS MoRA 42 dan CSS MoRA IPB, atas motivasi, semangat dan kebersamaan selama hampir lima tahun di Bogor. Kepada sahabat penulis Ruzikna S. Maragau, S. Pd. I terima kasih atas dukungan dan doanya kepada penulis.

Terakhir penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dari semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, semoga Allah selalu membalas amal baiknya dan semoga skripsi ini bermanfaat. *Amin.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
Institut Pertanian Bogor  
Bogor Agricultural University

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel Gadir, W. S., Onsa, T. O., Ali, W. E. M., El badwi, S. M. A., & Adam, S. E. I. 2003. Comperative toxicity of *Croton macrostachys*, *Jatropha curcas* and *Piper abyssinica* seeds in Nubian goats. *Small Ruminant Research* 48 : 61-67.
- Aderibigbe, A. O., Jhonson, C. O. L. E., Makkar, H. P. S., Becker, K., & Foidl, N. 1997. Chemical composition and effect of heat on organic matter and nitrogen degradability and some antinutritional components of *Jatropha* meal. *Anim. Feed Sci. Tech.* 67. 223-243.
- Afiyanti, M. 2008. Fermentabilitas dan pencernaan *in vitro* ransum yang diberi *curcin* bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) pada ternak sapi dan kerbau. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Arora, S. P. 1989. Pencernaan Mikroba pada Hewan Ruminansia. Penerjemah : R. Muwarni. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Aregheore, E. M., K. Becker, & H. P. S. Makkar. 2003. Detoxification of a toxic variety of *Jatropha curcas* using heat and chemical treatments and preliminary nutritional evaluation with rats. *South Pacific J. Natural Science* 21 : 50-56.
- Bach, A., S. Calsamiglia, & M. D. Stern. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Science* 88 : 9 – 21.
- Becker, K., & H. P. S. Makkar. 1998. Effect of *phorbolester* in crap (*Cyprinus carpio* L.). *Veterinary Human Toxicology* 40 : 82-86.
- Beeg, J. & T. Gaskin. 1994. *Jatropha hastata*. <http://www.intox.org/databank/documents/plants/Jatropha/jhast.htm> [06 Juli 2008]
- Christopher, D. L & N. A. Jorgensen. 1987. Alfalfa saponins affect site and extent of nutrient digestion in ruminants. *J. Nut.* 117: 919-927.
- Church, D. C. 1979. *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant*. 2<sup>nd</sup> Printing. Metropolitan Printing Co., Oregon.
- Church, D. C., & Pond, W. G., 1988. *Basic Animal Nutrition and Feeding*. 3<sup>rd</sup> Edition. Jhon Wiley and Sons, Inc., Canada.
- Czerkwaski, J. W. 1986. *An Introduction to Rumen Studies*. The Hannah Research Insitute Ayr, Scotland.
- Dewi, G. S. 2007. Evaluasi *in vitro* mikroba rumen berbagai ternak ruminansia terhadap pemakaian bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fachrudin, A. 2007. Pengaruh taraf penggunaan bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dalam ransum terhadap penampilan produksi mencit (*Mus musculus*). Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fajariah, N. 2007. Uji biologis bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terdetoksifikasi menggunakan mencit (*Mus musculus*) sebagai hewan percobaan. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- France, J. & Dijkstra, J. 2005. Quantitative Aspect of Ruminant Digestion and Metabolism. 2<sup>nd</sup> Edition. CABI Publishing, London.
- General Laboratory Procedures. 1966. Department of Dairy Sciences. University of Wisconsin, Madison.
- Gultom, C. 2008. Evaluasi *in vitro* bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) yang didetoksifikasi menggunakan *autoclave* atau *microwave* yang dikombinasikan dengan larutan basa. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hadi, S. N. 2008. Risin, Bioterroris yang juga bisa bersahabat. [www.chemistry.org/sect=artikel&ext=74](http://www.chemistry.org/sect=artikel&ext=74) [20 April 2008].
- Harriyanah. 2008. Respon konsumsi dan efisiensi penggunaan ransum pada mencit (*Mus musculus*) terhadap pemberian bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) yang terdetoksifikasi. Skripsi. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hambali, E., A. Suryani, Dadang, Hariyadi, H. Hanafie, I. K. Reksowardjoo, M. Rivai, M. Ihsanur, P. Suryadarma, S. Tjitrosemito, T. H. Soerawidjaja, T. Prawitasari, T. Prakoso & W. Purnama. 2007. Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hasanah, P. 2007. Kandungan nutrisi, fermentabilitas, dan pencernaan *in vitro* bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terdetoksifikasi. Skripsi. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Haryadi. 2005. Budidaya tanaman jarak (*Jatropha curcas*) sebagai sumber bahan alternatif biofuel. <http://www.ristek.go.id> [14 Maret 2010].
- Heller, J. 1996. Physics nut *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gartlesleben, International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Juniastica. 2008. Fermentabilitas ransum ternak ruminansia besar yang diberi ekstrak *curcin* bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Skripsi. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kamra, D. N. 2005. Rumen Microbial Ecosystem. Indian Veterinary Research Institute 89 (1) : 124 – 135.
- Lehninger, A. L. 1982. Dasar-dasar Biokimia. Penerjemah : M. Thenawidjaja. Erlangga, Jakarta.
- Lin, J., Yan, F., Tang, L., and Chen, F. 2003. Antitumor effect of curcin from seeds of *jatropha curcas*. *Acta Pharmacol Sin* 24 (3): 241-246.
- Makkar, H. P. S., & Becker, K. 1997. Potential of *Jatropha* seed cake as protein supplement in livestock feed and constraints to its utilization. *Dalam : Proc Jatropha 97 : International symposium on Biofuel and Industrial Products from Jatropha curcas and other Tropical Oil Seed Plants*. Managua/ Nicaragua, Mexico, 23-27 Februari 1997.

- Makkar, H. P. S., A. O. Adebribigde, & K. Becker. 1998. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility and toxic factors. *Food Chemistry* 62(2) : 207-215.
- McDonald, P. R., A. Edwards, J. F. D. Greenhalg & C. A. Morgan. 2002. *Animal Nutrition* 6<sup>th</sup> Edition. John Willey Inc., New York.
- Medical Dictionary, 2009. <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/lectin>. [14 Maret 2010]
- Mendoza, G. D., R. A. Britton & R. A. Stock. 1993. Influence of ruminal protozoa on site and extent of starch digestion and ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 71:1572-1578.
- National Research Council. 2006. *Nutrient Requirements of Small Ruminant*. 2<sup>nd</sup> Revised Edition. National Academic Press, Washington DC.
- Nurbaeti. 2007. Efisiensi penggunaan protein dan energi metabolis ransum ayam broiler yang mengandung bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) yang dioleh secara fisika, kimia dan biologis. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nurikmawati, I. 2007. Kandungan curcin, komposisi kimia, retensi bahan kering, kalsium dan fosfor bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) terdetoksifikasi. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Odeny, A. A., P. O. Osuji & Negassa. 1999. Microbial evaluation of fodder tree leaves as ruminant feed. *J. Anim. Sci.* 12 (5) : 708-714.
- Ogimoto, K. & S. Imai. 1981. *Atlas of Rumen Microbiology*. Japan Science societies Press, Tokyo.
- Ørskov, E. R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63:1624-1633.
- Plantamor, 2010. Informasi Spesies Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). <http://www.plantamor.com/index.php?plant=727>. [30 Maret 2010].
- Preston, T. R & R. A. Leng. 1987. *Matching Ruminant Production System with Available Resources in Tropic*. Penambul Books, Armidale.
- Rakshit, K. D., Darukeshwara, J., Rathina, R.K., Narasimhamurthy, K., Saibaba, P. & Bhagya, S. 2008. Toxicity studies of detoxified *Jatropha* meal (*Jatropha curcas*) in rats. *J. Food and Chemical Toxicology* 46 : 3621-3625.
- Saunders Comprehensive Veterinary Dictionary, 2007. <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/lectin>. [14 Maret 2010].
- Stippe, F., A. Pession-Brizzi, E. Lorenzoni, P. Strocchi, L. Montanaro and S. Sperti. 1976. studies on the proteins from the seeds of *Croton tiglium* and *Jatropha curcas*. *J. Biochemistry* 156 : 1-6.
- Smeccda, 2010. Pengembangan Budidaya dan Pengolahan Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). [http://www.smeccda.com/Files/Budidaya/jarak\\_pagar.pdf](http://www.smeccda.com/Files/Budidaya/jarak_pagar.pdf). [30 Maret 2010].





1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Somantri, A. S. 2008. Upaya peningkatan pendapatan melalui usaha pembuatan sabun dari minyak jarak pagar. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri* 14(3) : 10-12.
- Sutardi, T. 1977. Ikhtisar Ruminologi Badan Khusus Peternakan Sapi Perah. Kayu Ambon, Lembang. Direktorat Jenderal Peternakan. Lembang.
- Sutardi, T. 1979. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba rumen dan manfaatnya bagi peningkatan produktivitas ternak. *Prosiding Seminar dan Penunjang Peternakan*. Lembaga Penelitian Peternakan, Bogor.
- Sutardi, T. 1980. *Landasan Ilmu Nutrisi I*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tainga, S. 1996. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. *J. Anim. Sci.* 74 : 3112-3124.
- Tjardidjaja, A. S., Suryahadi & Adriani. 2007. Fermentasi bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L) dengan berbagai kapang sebagai upaya penurunan kadar serat kasar dan zat antinutrisi. *Prosiding Konferensi Jarak Pagar Menuju Bisnis Jarak Pagar yang Fleksibel*, Selasa, 19 Juni 2007. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Hal 1-10.
- Tiley, J. M. A. & R. A. Terry. 1963. a two stage technique for the *in vitro* digestion of forage ctops. *J. British Grassland Society* 18 : 104-111.
- Triastuty, L. G. 2007. Evaluasi nilai nutrisi bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) tiga daerah di Indonesia. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Uly, A. 2007. Kajian *in vitro* mikroba rumen sebagai ternak ruminansia dalam proses fermentasi bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wikipedia. 2008. *Lectin*. The free encyclopedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Lectin>. [06 Desember 2008].
- Wina, E., S. Muetzel, E. Hoffmann, H. P. S. Makkar, & K. Becker. 2005. The impact of saponin-containing plant material on ruminal production – A Review. *J. Agricultural and Food Chemistry* 53 : 8093-8115.
- Wulandari, P. 2010. Fermentabilitas *in vitro* ransum yang diberi ekstrak bahan antinutrisi bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan menggunakan cairan rumen kambing dan domba. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.



## LAMPIRAN

### Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 1. Komposisi Pembuatan Larutan Buffer Fosfat-NaCl pH 7,2 Dingin yang Mengandung 0,2 M NaCl

K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,2177 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,3402 g
NaCl	11,68 g
Aquades	1000 ml

Cara Pembuatan : K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> dan KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> masing-masing dilarutkan dalam 500 ml aquades. Kedua bahan yang telah larut dicampurkan dan ditambah NaCl hingga homogen. Kemudian dicek pH sampai 7,2 dan diletakkan didalam refrigerator.

Lampiran 2. Komposisi dan Pembuatan Garam Formalin

Formalin 35%	10 ml
Tripan Blue	0,3 g
NaCl	8 g
Aquades	90 ml

Cara Pembuatan : NaCl dilarutkan dalam aquades beberapa ml, kemudian dicampurkan seluruh bahan dan dihomogenkan hingga larut.

Lampiran 3. Komposisi dan Pembuatan Media

1. Media BHI (*Brain Heart Infusion*)

BHI powder	3,70 g
Glukosa	0,05 g
Selebiosia	0,05 g
Selulosa	0,05 g
Starch	0,05 g
Cystein	0,05 g
Hemin (0,05 %)	0,5 ml
Resazurin	0,05 ml
Aquades	

Cara pembuatan : semua bahan dimasukkan kecuali cystein ke dalam botol Scotch. Kemudian ditambahkan aquades sampai volume 100 ml. Larutan tersebut dimasak sampai mendidih dan didinginkan sambil dialiti gas CO<sub>2</sub>, setelah larutan dingin,

cystein dimasukkan. Larutan dicek pH yaitu pH 4 dan pH 7 sampai media pH 7, kemudian dialiri gas CO<sub>2</sub> hingga berubah warna dari merah menjadi kuning.

## 2. Media Pengenceran

Larutan Mineral I	7,5	ml
Larutan Mineral II	7,5	ml
Cystein	0,05	g
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,3	g
Resazurin (0,1 %)	0,1	ml
Aquades	100	ml
a. Larutan Mineral I		
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,6	g
Aquades	100	ml
b. Larutan Mineral II		
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,6	g
NaCl	0,25	g
CaCl <sub>2</sub>	0,12	g
(NaH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,2	g
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,25	g
Aquades	100	ml

## Lampiran 4. Komposisi dan Cara Pembuatan Larutan McDougall

### a. Larutan Mikromineral

CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	13,2	g
MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	1,0	g
CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	1,0	g
FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	8,0	g
Aquades	100	ml

### b. Larutan buffer rumen

NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>	4,0	g
NaHCO <sub>3</sub>	35,0	g
Aquades	1000	ml

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



c. Larutan Makromineral

$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	5,7	g
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	6,2	g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,6	g
Aquades	1000	ml

d. Larutan Resazurin 0,1 % (w/w)

e. Larutan Pereduksi

$\text{NaOH}$	4,0	ml
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	625	mg
Aquades	95	ml

Caranya pembuatan : sebanyak 400 ml aquades ditambahkan 0,1 ml larutan mikromineral, 200 ml larutan buffer rumen, 200 ml larutan makromineral, 1,0 ml larutan resazurin dan 40 ml larutan pereduksi (campuran ini disiapkan sebelum pengambilan cairan rumen), lalu dialiri gas  $\text{CO}_2$  dan direndam dalam *shaker waterbath* pada suhu  $39^\circ\text{C}$ . Agar homogen larutan diaduk dengan *magnetic stirer* hingga terjadi perubahan warna dari biru menjadi merah dan tidak berwarna.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5. Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Konsentrasi Amonia

SK	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01	keterangan
Perlakuan	15	743,290	49,553	1,235	2,015	2,700	tn
A (cairan rumen)	1	116,408	116,408	2,902	4,171	7,562	tn
B (taraf antinutrisi)	3	81,108	27,036	0,674	2,922	4,510	tn
C (waktu inkubasi)	1	292,498	292,498	7,291	4,171	7,562	*
0 jam vs 3 jam	1	292,498	292,498	7,291	4,171	7,562	*
AxB	3	100,179	33,393	0,832	2,922	4,510	tn
BxC	3	55,851	18,617	0,464	2,922	4,510	tn
AxC	1	66,200	66,200	1,650	4,171	7,562	tn
AxBxC	3	31,046	10,349	0,258	2,922	4,510	tn
Kelompok	2	2054,583	1027,291	25,606	3,316	5,390	**
Error	30	1203,560	40,119				
Total	47	4001,432	85,137				

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata (P<0,01)  
 tn : Tidak Nyata

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hacita milk IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 6. Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Konsentrasi VFA Total

SK	db	JK	KT	F hitung	F0,05	F0,01	Keterangan
Perlakuan	15	19329,03	1288,60	1,07	2,01	2,70	tn
A (cairan rumen)	1	1789,25	1789,25	1,48	4,17	7,56	tn
B (taraf antinutrisi)	3	6378,60	2126,20	1,76	2,92	4,51	tn
C (wkt inkubasi)	1	2592,79	2592,79	2,14	4,17	7,56	tn
AxB	3	2011,33	670,44	0,55	2,92	4,51	tn
BxC	3	2769,28	923,09	0,76	2,92	4,51	tn
AxC	1	2152,04	2152,04	1,78	4,17	7,56	tn
AxBxC	3	1635,73	545,24	0,45	2,92	4,51	tn
Kelompok	2	1031,19	515,59	0,43	3,32	5,39	**
Error	30	36277,73	1209,26				
Total	47	56637,94	1205,06				

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata (P<0,01)  
 tn : Tidak Nyata

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hacita milk IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 7. Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Populasi Bakteri Total

SK	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01	keterangan
Perlakuan	15	3,2290	0,2153	0,6845	2,0148	2,7002	tn
A (cairan rumen)	1	0,5275	0,5275	1,6772	4,1709	7,5625	**
Kambing vs Domba	1	0,5275	0,5275	1,6772	4,1709	7,5625	**
B (taraf antinutrisi)	3	0,6256	0,2085	0,6631	2,9223	4,5097	tn
C (Waktu inkubasi)	1	0,5541	0,5541	1,7618	4,1709	7,5625	tn
AxB	3	0,0572	0,0191	0,0606	2,9223	4,5097	tn
BxC	3	1,0986	0,3662	1,1644	2,9223	4,5097	tn
AxC	1	0,1610	0,1610	0,5120	4,1709	7,5625	tn
AxBxC	3	0,2050	0,0683	0,2172	2,9223	4,5097	tn
Kelompok	2	10,6136	5,3068	16,8734	3,3158	5,3903	**
Error	30	9,4352	0,3145				
Total	47	23,2778					

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata (P<0,01)  
 tn : Tidak Nyata

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta Dilindungi Institut Pertanian Bogor

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 8. Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Populasi Protozoa

SK	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01	keterangan
Perlakuan	15	0,687	0,046	1,417	2,015	2,700	tn
A (cairan rumen)	1	0,011	0,011	0,340	4,171	7,562	tn
B (taraf antinutrisi)	3	0,052	0,017	0,537	2,922	4,510	tn
C (Waktu inkubasi)	1	0,116	0,116	3,601	4,171	7,562	tn
AxB	3	0,029	0,010	0,304	2,922	4,510	tn
BxC	3	0,149	0,050	1,539	2,922	4,510	tn
AxC	1	0,271	0,271	8,399	4,171	7,562	**
A (Kambing Domba) vs C (10 jam 3 jam)	1	0,271	0,271	8,399	4,171	7,562	**
AxBxC	3	0,057	0,019	0,590	2,922	4,510	tn
Kelompok	2	5,130	2,565	79,371	3,316	5,390	**
Error	30	0,969	0,032				
Total	47	6,786					

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata (P<0,01)  
 \* : Berbeda Nyata (P<0,05)  
 tn : Tidak Nyata

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 9. Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan Bahan Kering

SK	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01	keterangan
Perlakuan	7	138,657	19,808	1,228	2,764	4,278	tn
A (Cairan rumen)	1	98,311	98,311	6,093	4,600	8,862	*
kambing vs domba	1	98,311	98,311	6,093	4,600	8,862	*
B (taraf antinutrisi)	3	18,408	6,136	0,380	3,344	5,564	tn
AxB	3	21,938	7,313	0,453	3,344	5,564	tn
Kelompok	2	398,956	199,478	12,364	3,739	6,515	**
Error	14	225,878	16,134				
total	23	225,878	9,821				

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata (P<0,01)  
 \* : Berbeda Nyata (P<0,05)  
 tn : Tidak Nyata

Lampiran 10. Sidik Ragam untuk Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan Bahan Organik

SK	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01	keterangan
Perlakuan	7	226,931	32,419	2,221	2,764	4,278	tn
A (Cairan rumen)	1	111,048	111,048	7,607	4,600	8,862	*
kambing vs domba	1	111,048	111,048	7,607	4,600	8,862	*
B (taraf antinutrisi)	3	59,931	19,977	1,368	3,344	5,564	tn
AxB	3	55,953	18,651	1,278	3,344	5,564	tn
Kelompok	2	363,578	181,789	12,453	3,739	6,515	**
Error	14	204,376	14,598				
total	23	794,886	34,560				

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata (P<0,01)  
 \* : Berbeda Nyata (P<0,05)  
 tn : Tidak Nyata

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB Institut Pertanian Bogor

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.