



RINGKASAN

F. M. Suhartati. Manfaat air belerang dalam ransum bagi domba muda (dibawah bimbingan Prof. Dr. Aminuddin Parakkasi selaku ketua, Prof. Dr. Djokowoerjo Sastradipradja, Dr. Norman Razief Azwar, Dr. Ir. A. Ansori Mattjik dan Dr. Ir. Mohammad Winugroho, masing-masing sebagai anggota).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh air belerang terhadap pertumbuhan domba, secara langsung maupun tidak langsung. Yang dimaksud secara langsung adalah memberikan air belerang tersebut langsung kepada hewan melalui ransumnya. Yang dimaksud tidak langsung yaitu dalam ransum tidak diberi air belerang, tetapi hanya berdasarkan kandungan belerang yang sudah ada di dalam rumput (ransum). Adapun yang dimaksud dengan air belerang yaitu air panas yang berbau belerang, yang sering digunakan untuk obyek wisata.

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama merupakan penelitian lapang di Kecamatan Wanaraja dan Kecamatan Cilawu, Kabupaten Garut. Oleh karena hasil penelitian tahap pertama menunjukkan bahwa belerang bermanfaat bagi domba, maka dilanjutkan dengan penelitian tahap kedua (*in vitro*). Pada penelitian tahap kedua dicobakan dua sumber belerang yaitu air belerang dan belerang murni. Hal tersebut dilakukan agar dapat diketahui ada tidaknya pengaruh unsur-unsur lain selain belerang yang terdapat dalam air belerang. Hasil penelitian tahap kedua (*in vitro*) menunjukkan bahwa kadar optimal belerang dalam ransum untuk sintesis protein mikroba cairan rumen adalah 0.62%. Angka tersebut merupakan dasar perlakuan taraf belerang dalam penelitian tahap ketiga (*in vivo*).

Penelitian tahap ketiga (*in vivo*) dilakukan dengan metode eksperimen, menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Sebagai kelompok yaitu bobot badan domba pada awal penelitian. Domba dibagi kedalam empat kelompok berdasarkan bobot badan dan setiap kelompok terdiri dari empat ekor. Bobot badan domba pada awal penelitian berkisar dari 13 sampai 22 kg. Pemberian ransum penelitian dilakukan selama delapan minggu, yang dibagi menjadi empat minggu pertama dan empat minggu kedua. Pada akhir empat minggu pertama domba diistirahatkan selama dua minggu dan diberi ransum perlakuan empat minggu kedua. Pada empat minggu pertama, kelompok pertama diberi rumput saja tanpa ditambah air belerang (kadar belerang rumput 0.23%), sedangkan anggota kelompok kedua, ketiga dan keempat secara random diberi rumput ditambah air belerang sehingga kadar belerangrumput menjadi 0.62%, 1.01% dan 1.40%. Periode koleksi total pertama dilakukan pada minggu keempat selama enam hari. Domba diistirahatkan selama dua minggu, selanjutnya diberi ransum yang terdiri dari rumput + konsentrat tanpa air belerang untuk anggota kelompok pertama (0.30%), untuk anggota kelompok kedua, ketiga dan keempat masing-masing diberi rumput + konsentrat ditambah air belerang sehingga kadar belerang ransum menjadi 0.62%, 1.01% dan 1.40%. Ransum perlakuan diberikan selama empat minggu. Dalam penelitian tahap ketiga (*in vivo*) terdapat 16 kombinasi perlakuan.

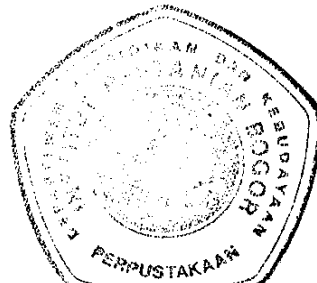
Pada penelitian tahap ketiga ternyata terdapat tiga peubah yang mempunyai pola respon yang serupa yaitu retensi belerang, ekskresi allantoin dan produksi bulu. Pengaruh air belerang jelas terlihat yaitu dengan meningkatnya tambahan air belerang pada rumput dan rumput + konsentrat (RK), meningkatkan retensi belerang, ekskresi allantoin dan produksi bulu. Dapat diartikan bahwa dengan meningkatnya air belerang berarti meningkatkan kadar belerang untuk mikroba rumen, populasi mikroba semakin



berkembang, yang akan dimanfaatkan oleh hewan inang ; hal ini selaras dengan meningkatnya ekskresi allantoin. Sebagian dari yang dimanfaatkan tersebut diretensi dalam tubuh dan untuk produksi bulu, yang direfleksikan oleh meningkatnya retensi belerang dan produksi bulu.

Tambahan air belerang pada rumput menghasilkan pola respon yang serupa terhadap empat peubah yang diukur yaitu konsumsi bahan kering, penambahan bobot badan, efisiensi penggunaan ransum dan keuntungan. Konsumsi bahan kering (BK) mempengaruhi penambahan bobot badan domba, selanjutnya mempengaruhi efisiensi penggunaan ransum dan keuntungan. Keempat peubah tersebut dipengaruhi oleh tambahan air belerang secara kuadratik. Konsumsi BK terendah pada kadar belerang ransum 0.96% ($78.68 \text{ g/kg bb}^{0.75}/\text{hr}$), penambahan bobot badan terendah pada kadar belerang ransum 0.93% (61.93 g/ekor/hr), efisiensi penggunaan ransum terendah pada kadar belerang ransum 0.96% (0.82) dan keuntungan terendah pada kadar belerang ransum 0.95% (Rp. 47/ekor/hr).

Tambahan air belerang pada RK sampai kadar belerang RK 1.23% menurunkan konsumsi BK ($\text{g/kg bb}^{0.75}/\text{hr}$), efisiensi penggunaan ransum dan keuntungan (Rp/ekor/hr) meningkat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ransum yang diberikan mempunyai kualitas baik, meskipun konsumsinya menurun tetapi efisiensi dan keuntungannya meningkat. Efisiensi penggunaan ransum tertinggi dicapai oleh ransum campuran rumput + konsentrat dengan kadar belerang 0.93% (0.169) dan keuntungan tertinggi dicapai oleh ransum campuran rumput + konsentrat dengan kadar belerang ransum 0.89% (Rp. 172/ekor/hr).





MANFAAT AIR BELERANG DALAM RANSUM BAGI DOMBA MUDA

DISERTASI

**Oleh:
F.M. Suhartati
PTK 90513**

**Disertasi Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Doktor
Pada
Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor**

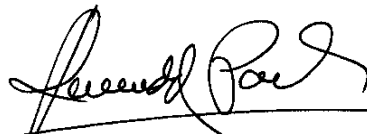
**PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
1997**

Judul Penelitian : **Manfaat Air Belerang dalam Ransum Bagi Domba Muda**

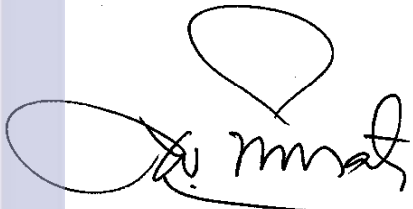
Nama Mahasiswa : **F.M. Suhartati**

Nomor Pokok : **PTK 90513**

Menyetujui
1. Komisi Pembimbing



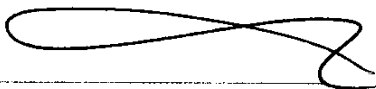
Prof. Dr. Aminuddin Parakkasi
Ketua



Prof. Dr. D. Sastradipradja
Anggota



Dr. Norman Razief Azwar
Anggota

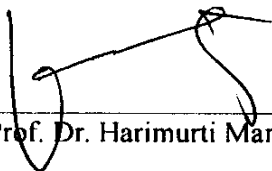


Dr. A. Ansori Matijik
Anggota



Dr. Ir. M. Winugroho
Anggota

2. Ketua Program Studi
Ilmu Ternak



Prof. Dr. Harimurti Martojo

3. Direktur Program Pasca-
sarjana Institut Pertanian



Prof. Dr. Edi Guhardja

Tanggal Lulus : **16 JUL 1996**

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan kasih sayangNya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan disertasi yang berjudul **“Manfaat Air Belerang dalam Ransum Bagi Domba Muda”**. Disertasi disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Penelitian beserta penulisannya dapat diselesaikan bukan karena usaha penulis semata, namun karena adanya interaksi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menghaturkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat Bapak Prof. Dr. H. Aminuddin Parakkasi, selaku ketua komisi pembimbing, Bapak Prof Dr. Djokowoerjo Sastradipradja, Bapak Dr. H. Norman Razief Azwar, Bapak Dr. Ir. H. A. Ansori Mattjik dan Bapak Dr. Ir. H. Mohammad Winugroho, selaku anggota komisi pembimbing, yang dengan tulus ikhlas telah membimbing dan memberi petunjuk kepada penulis.

Terima kasih dan penghargaan yang sama penulis haturkan kepada yang terhormat Bapak Rektor IPB, Bapak Direktur Program Pascasarjana IPB dan Bapak Ketua Program Ilmu Ternak yang telah berkenan menerima penulis untuk mengikuti program S3 di IPB. Demikian pula kepada Tim Manajemen Program Doktor yang telah berkenan memberi beasiswa kepada penulis.

Terima kasih dan penghargaan yang sama, penulis haturkan kepada para dosen yang telah menularkan ilmunya kepada penulis, juga kepada para karyawan Program Pascasarjana IPB, yang telah banyak membantu sehingga proses belajar mengajar dapat berjalan lancar.

Terima kasih dan penghargaan yang tinggi juga penulis haturkan kepada yang terhormat Bapak Rektor UNSOED dan Bapak Dekan Fakultas Peternakan UNSOED yang telah berkenan memberi ijin kepada penulis untuk mengikuti program S3 di IPB.

Terima kasih dan penghargaan yang sama penulis haturkan kepada yang terhormat Bapak Kepala Dinas Peternakan Kabupaten Garut beserta staf dan yang terhormat Bapak Kepala Dinas Peternakan Kabupaten Bogor beserta staf yang telah memberi ijin kepada penulis untuk melakukan penelitian di daerah binaannya.

Terima kasih dan penghargaan yang tinggi juga penulis haturkan kepada Paman Prof. Dr. KRMT. John. Tondowidjojo, CM. yang telah mengambil alih peran orang tua sejak penulis duduk di bangku SMA. Berkat cinta kasih, pengorbanan dan bantuannya baik moril maupun materiil maka penulis dapat menyelesaikan pendidikan S3.

Berkat rasa cinta dan pengorbanan, kesabaran, ketawakalan dan keiklasan Mas Wardhana suami tercinta, Latief Wikantadi dan Edi Wibowo anak-anak yang penulis sayangi, beban berat terasa ringan dan pendidikan S3 dapat penulis selesaikan. Oleh karena itu penulis juga mengungkapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada mereka.

Terima kasih dan penghormatan yang tinggi penulis haturkan kepada kedua orang tua penulis yang tidak dapat menyaksikan selesainya pendidikan ini, karena telah menghadap Sang Pencipta. Beliau selalu mendoakan dan merestui putra putrinya sampai akhir hayatnya.

Tak lupa penulis juga menghaturkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada mbak Yani, mbak nDut, mbak Win dan adik Tonny beserta para keluarganya yang selalu memberi semangat dan bantuan baik moril maupun materil.

Hanya Tuhanlah yang memiliki kesempurnaan dan penulis menyadari sepenuhnya bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna. Meskipun demikian penulis tetap berharap semoga disertasi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan Ilmu Peternakan dan bagi masyarakat pedesaan.

Akhir kata penulis berharap, semoga amal dan budi baik dari semua pihak yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dan pahala yang berlimpah dari Tuhan Yang Maha Esa.

Penulis

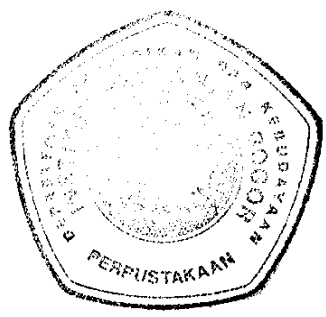




DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	viii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	3
Tujuan Penelitian	3
Hipotesis	4
Kegunaan Penelitian	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
Lahan yang Mengandung Belerang dan Terjadinya Air Belerang	5
Belerang Untuk Ruminansia	8
Penyerapan, Metabolisme, Ekskresi dan Daur Ulang Belerang	11
Interaksi Belerang dengan Mineral Esensial Lainnya	16
Belerang VS Konsumsi dan Efisiensi Penggunaan Ransum	18
Belerang VS Mikroorganisme Rumen	19
Belerang VS Pertumbuhan	20
Belerang VS Asam Lemak Atsiri	21
Belerang VS Produksi Bulu	21
MATERI DAN METODE PENELITIAN	22
Penelitian Tahap I (Survei Lapang)	22
Penelitian Tahap II (Percobaan <i>in vitro</i>)	27
Penelitian Tahap III (Percobaan <i>in vivo</i>)	33
HASIL DAN PEMBAHASAN	40
Penelitian Tahap I (Survei Lapang di Garut)	40
Konsumsi Belerang	40
Bobot Badan	41
Asam Lemak Atsiri (VFA) Cairan Rumen Domba	42
Kandungan Belerang Plasma Darah	43
Protozoa Rumen	43
Fungi Rumen	45
Produksi Bulu	46

Penelitian Tahap II (Percobaan <i>in vitro</i>)	47
Konsentrasi N-NH ₃	47
VFA Total	50
VFA Parsial	54
Asam Asetat	54
Asam Propionat	59
Asam Butirat	63
Sintesis Protein Mikroba Rumen	67
 Penelitian Tahap III (Percobaan <i>in vivo</i>)	 71
Konsumsi Bahan Kering (BK)	71
Konsentrasi N-NH ₃	75
Konsentrasi Asam Lemak Atsiri (VFA) Total	77
Ekskresi Allantoin Urin	79
Retensi Belerang	82
Retensi Nitrogen	85
Produksi Bulu	88
Pertambahan Bobot Badan	90
Efisiensi Penggunaan Ransum	93
Perhitungan Ekonomi	96
 DISKUSI UMUM	 100
 KESIMPULAN DAN SARAN	 105
 DAFTAR PUSTAKA	 106
 LAMPIRAN	 115





DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Analisa kimia contoh airpanas	7
2.	Ketersediaan relatif berbagai sumber belerang diukur berdasarkan sintesis protein <i>in vitro</i>	10
3.	Kandungan zat-zat makanan ransum penelitian tahap II (<i>in vitro</i>)....	28
4.	Kandungan mineral ransum penelitian dan air belerang penelitian tahap II (<i>in vitro</i>).....	28
5.	Kandungan zat-zat makanan ransum penelitian tahap III (<i>in vivo</i>)....	34
6.	Kandungan mineral ransum penelitian dan air belerang penelitian tahap III (<i>in vivo</i>)	34
7.	Rataan produktivitas domba di Kecamatan Wanaraja dan Cilawu ...	40
8.	Rataan konsentrasi N-NH ₃ , asan lemak atsiri (VFA) dan sintesis protein mikroba cairan rumen domba pada penelitian II (<i>in vitro</i>) ...	48
9.	Rataan konsentrasi asam asetat, propionat dan butirrat cairan rumen domba pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	52
10.	Nilai rata-rata beberapa peubah yang diukur dalam penelitian III (<i>in vivo</i>)	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Konversi belerang menjadi sistin dan metionin oleh mikroorga- nisme saluran pencernaan (Georgievskii, 1982)	13
2.	Rataan konsentrasi N-NH ₃ cairan rumen pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	49
3.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap kon- sentrasi N-NH ₃ pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	49
4.	Rataan konsentrasi asam lemak atsiri total pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	53
5.	Rataan konsentrasi asam asetat pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	56
6.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap kon- sentrasi asam asetat pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	58
7.	Pengaruh penambahan belerang murni pada rumput terhadap konsentrasi asam asetat pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	58
8.	Rataan konsentrasi asam propionat pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	60
9.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap konsen- trasi asam propionat pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	61
10.	Pengaruh penambahan belerang murni pada rumput terhadap kon- sentrasi asam propionat pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	62
11.	Rataan konsentrasi asam butirir pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	64
12.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap konsen- trasi asam butirir pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	66
13.	Rataan sintesis protein mikroba rumen pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	69
14.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap sintesis protein mikroba rumen pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	70
15.	Pengaruh penambahan belerang murni pada rumput terhadap sin- tesis protein mikroba rumen pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	70



This book is intended for students and lecturers of the Faculty of Animal Husbandry, IPB University. It is a compilation of research results and is not intended for commercial purposes. All rights reserved.

Gambar	Teks	Halaman
16.	Rataan konsumsi bahan kering pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	73
17.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap konsumsi BK pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	74
18.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap konsumsi BK pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	74
19.	Rataan konsentrasi N-NH3 cairan rumen domba pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	77
20.	Rataan konsentrasi VFA total cairan rumen domba pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	77
21.	Rataan ekskresi allantoin urin domba pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	80
22.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap ekskresi allantoin urin pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	81
23.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap ekskresi allantoin urin pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	82
24.	Rataan retensi belerang pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	83
25.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap retensi belerang pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	84
26.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap retensi belerang pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	84
27.	Rataan retensi nitrogen pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	85
28.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap retensi nitrogen pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	86
29.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap retensi N pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	87
30.	Rataan produksi bulu pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	88
31.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap produksi bulu pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	89



Gambar	Teks	Halaman
32.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap produksi bulu pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	90
33.	Rataan pertambahan bobot badan domba pada penelitian III (<i>in vivo</i>) ..	91
34.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap pertambahan bobot badan domba pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	92
35.	Rataan efisiensi penggunaan ransum pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	94
36.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap efisiensi penggunaan ransum pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	95
37.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap efisiensi penggunaan ransum pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	96
38.	Rataan keuntungan pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	97
39.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap keuntungan pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	98
40.	Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap keuntungan pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	98

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Teks	Halaman
1.	Rataan peubah yang diukur dalam penelitian tahap III (<i>in vivo</i>)	115
2.	Analisis ragam produksi N-NH ₃ cairan rumen domba pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	116
3.	Analisis ragam produksi VFA total cairan rumen domba pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	116
4.	Analisis ragam produksi asetat cairan rumen domba pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	116
5.	Analisis ragam produksi asam propionat cairan rumen domba pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	117
6.	Analisis ragam produksi asam butirir cairan rumen domba pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	117
7.	Analisis ragam laju sintesis protein mikroba cairan rumen domba pada penelitian II (<i>in vitro</i>)	117
8.	Analisis ragam konsumsi bahan kering rumput pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	118
9.	Analisis ragam konsumsi bahan kering ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	118
10.	Analisis ragam konsentrasi N-NH ₃ cairan rumen domba yang diberi rumput pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	119
11.	Analisis ragam konsentrasi N-NH ₃ cairan rumen domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	119
12.	Analisis ragam konsentrasi VFA total cairan rumen domba yang diberi rumput pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	120
13.	Analisis ragam konsentrasi VFA total cairan rumen domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	120

Lampiran	Teks	Halaman
14.	Analisis ragam ekskresi allantoin urin domba yang diberi rumput pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	121
15.	Analisis ragam ekskresi allantoin urin domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	121
16.	Analisis ragam retensi belerang domba yang diberi rumput pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	122
17.	Analisis ragam retensi belerang domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	122
18.	Analisis ragam retensi nitrogen domba yang diberi rumput pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	123
19.	Analisis ragam retensi nitrogen domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	123
20.	Analisis ragam produksi bulu domba yang diberi rumput pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	124
21.	Analisis ragam produksi bulu domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	124
22.	Analisis ragam pertambahan bobot badan domba yang diberi rumput pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	125
23.	Analisis ragam pertambahan bobot badan domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	125
24.	Analisis ragam efisiensi penggunaan rumput pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	126
25.	Analisis ragam efisiensi penggunaan ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	126
26.	Analisis ragam keuntungan memelihara domba yang diberi rumput pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	127
27.	Analisis ragam keuntungan memelihara domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (<i>in vivo</i>)	127

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Selain sebagai ternak penghasil daging, domba juga sebagai penghasil bulu. Bulu domba mengandung empat persen belerang dalam bentuk asam amino sistein (Annenkov, 1982). Hal tersebut menunjukkan bahwa hewan penghasil bulu memerlukan asam amino yang mengandung belerang dalam jumlah yang tinggi (Girindra dkk., 1972). Melalui fermentasi di dalam rumen ruminansia pada umumnya, domba khususnya, dapat melakukan sintesis asam amino yang mengandung belerang; untuk proses tersebut diperlukan senyawa belerang.

Dalam praktek, semua bahan pakan yang biasa digunakan oleh ruminansia mengandung lebih dari 0.10 persen belerang. Beberapa rerumputan termasuk yang tua, terutama yang tumbuh di lokasi granitik sering kekurangan belerang sedemikian rupa sehingga tidak dapat mengoptimalkan produktivitas hewan yang memakannya. Bila hijauan tidak cukup mengandung belerang atau ransum relatif banyak mengandung urea, penambahan bobot badan dan bulu mungkin dapat ditingkatkan melalui pemberian suplemen belerang, seperti belerang dalam bentuk sulfat, elemen atau asam amino yang mengandung S. Biji-bijian biasanya kurang cukup mengandung belerang; dengan demikian bila domba diberi ransum dengan konsentrat yang tinggi dapat terjadi kebutuhan belerang tidak akan tercukupi (NRC., 1985 a).

Ternak dapat memperoleh belerang dari beberapa sumber bahan pakan yang terkonsumsi, beberapa diantara bahan pakan tersebut termasuk banyak mengandung belerang seperti : tepung darah, tepung biji kapas, tepung bulu, tepung ikan, tepung

daging, tepung kedelai, whey (Ensminger *et al.*, 1990) dan beberapa tanaman leguminosa (Georgievskii *et al.*, 1982); sebagai sumber suplemen dapat digunakan elemen sulfur, ragi dan bermacam-macam garam sulfat (Preston dan Leng, 1987). Tambahan unsur belerang seperti tersebut diatas dapat dapat memperbesar biaya pakan, yang biasanya sudah merupakan biaya terbesar dalam suatu usaha peternakan, oleh karena itu perlu dicari langkah-langkah yang tepat agar kebutuhan belerang yang tinggi bagi ternak domba dapat lebih terpenuhi, tanpa harus menambah biaya khusus untuk keperluan tersebut.

Indonesia sebagian besar merupakan daerah gunung berapi yang menempati luas sekitar 350.000 km² atau 17.50 persen dari luas Indonesia. Dampak positif yang disebabkan oleh aktivitasnya antara lain berupa lahan pertanian yang subur dan juga merupakan sumber daya mineral yang bermanfaat antara lain belerang. Sumber airpanas juga merupakan bagian dari dampak positif adanya gunung berapi, karena sangat bermanfaat bagi manusia baik untuk kesehatan maupun sebagai obyek wisata. Airpanas tersebut biasanya mengandung berbagai zat, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), besi (Fe), aluminium (Al), Mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn) dan sulfur (S). Bau belerang pada air tersebut sangat menonjol, oleh karena itu sering disebut juga "air belerang".

Air belerang tersebut tidak secara stationer tinggal disuatu tempat akan tetapi mengalir ketempat lain (daerah hilir) bersatu dengan berbagai sumber air lainnya, dengan segala akibatnya terhadap lingkungan yang pada gilirannya baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi makhluk hidup. Daerah yang dipengaruhi oleh air belerang tersebut tentunya cukup luas dan sering dipertanyakan oleh beberapa fihak



yang mempunyai sangkut paut dengan daerah demikian seperti Dinas Peternakan. Sampai saat ini belum ada informasi yang cukup dan rinci tentang pengaruh air belerang tersebut terhadap pertanian pada umumnya, peternakan khususnya. Oleh karena itu perlu adanya penelitian yang menggunakan air belerang dalam ransum ternak. Kiranya ternak ruminansia terutama penghasil bulu yang akan menjadi tujuan awalnya.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh air belerang terhadap produktivitas domba, secara langsung maupun tidak langsung. Yang dimaksud dengan secara langsung adalah dengan memberikan air belerang tersebut kepada domba melalui ransumnya. Yang dimaksud dengan tidak langsung yaitu domba mendapatkan belerang melalui tanaman yang akan menjadi bahan pakan ternak tersebut; misalnya hijauan.

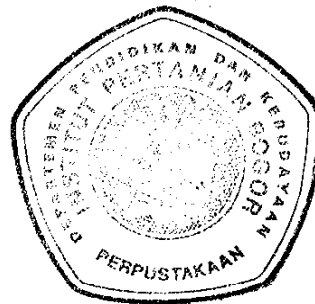
Hipotesis

1. Air belerang dapat bermanfaat bagi ternak domba, secara langsung maupun tidak langsung.
2. Penggunaan air belerang secara langsung dalam batas-batas tertentu dapat meningkatkan produktivitas domba.



Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian selain untuk pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang Ilmu Nutrisi Ternak juga diharapkan dapat memberikan masukan kepada masyarakat untuk mengembangkan usaha ternak domba di daerah yang mempunyai sumber air belerang atau yang berhubungan dengan belerang.





TINJAUAN PUSTAKA

Lahan yang Mengandung Belerang dan Terjadinya Air Belerang

Sekitar 350.000 Km² atau 17.50 persen wilayah Indonesia merupakan gunung berapi. Dari sejumlah 500 lebih gunung berapi muda (kwarter) di Indonesia, 128 diantaranya merupakan pusat erupsi yang masih aktif. Jumlah tersebut menggambarkan bahwa Indonesia merupakan wilayah yang paling banyak memiliki gunung berapi aktif di dunia, yaitu sekitar 14 persen dan lebih dari 80 persen gunung aktif tersebut membentang sambung menyambung yang panjangnya \pm 4000 km, dimulai dari Sumatra sampai pulau-pulau di laut Banda. Oleh karena tempat dan kedudukan gunung berapi ini juga merupakan ruang lingkup pertumbuhan kehidupan, maka gejala yang disebabkan oleh aktivitasnya sedikit banyak berpengaruh terhadap lingkungan hidup disekitarnya. Lingkungan hidup yang dimaksud adalah semua makhluk hidup (biotik) dan benda tak hidup (abiotik) serta kondisi yang ada dalam ruang yang ditempatinya (Sriwana, 1985). Dampak yang disebabkan oleh aktivitasnya tidak hanya yang merugikan (dampak negatif) tetapi ada yang menguntungkan. Kesuburan lahan pertanian disekitar daerah gunung berapi dan keindahan alamnya banyak menarik perhatian para pelancong. Daerah gunung berapi juga merupakan sumber daya mineral yang bermanfaat seperti belerang.

Sumber airpanas terutama yang banyak mengandung belerang juga merupakan bagian yang menguntungkan oleh adanya gunung berapi tersebut. Sumber air panas merupakan pemunculan sumber panas bumi dipermukaan (Kartokusumo, 1974). Untuk dapat muncul dipermukaan bumi, suatu sumber panas bumi mempunyai persyaratan, antara lain harus mempunyai kemampuan daya tekan hidrostatik, harus ada batuan

perantara dan harus ada celah-celah yang dapat dilalui (Chazim dkk., 1993). Melalui penelitian geothermis, airpanas ini berasal dari air tanah yang dipanasi oleh gejala volkanisme dalam batuan panas secara konveksi, konduksi dan radiasi atau air kondensasi yang berasal dari uap alam yang terbentuk di bagian dalam. Sumber air tersebut sebagian kecil berasal dari air magmatik (Kartokusumo, 1974). Oleh karena bau belerang pada air panas tersebut sangat menonjol maka sering disebut “air belerang”.

Ada beberapa cara terbentuknya air panas yang muncul dipermukaan, antara lain (1) sumber airpanas yang berasal dari pembawa air panas, (2) sumber airpanas yang berasal dari curahan (meteorit) yang dipanasi oleh uap air panas dan (3) sumber air panas yang berasal dari campuran air dingin dan airpanas (Chazim dkk., 1993). Analisa kimia contoh airpanas dari tiga lokasi dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa kandungan beberapa unsur yang didapatkan dalam air tersebut sangat bervariasi seperti bikarbonat, kalsium, dan khlorida .

Belerang telah lama dikenal sebagai hara esensial bagi pertumbuhan tanaman dan hewan, sangat diperlukan untuk berbagai reaksi dalam sel hidup. Belerang ditemukan dalam bentuk mineral dan organik. Bentuk belerang organik lebih banyak ditemukan dalam tanah lembab. Tersedianya unsur belerang tergantung dari laju pelapukan. Perubahan dari bentuk belerang organik ke dalam bentuk anorganik yang dapat digunakan tanaman berlangsung mudah. Di daerah kering belerang banyak dijumpai dalam bentuk sulfat atau berkombinasi secara organik (Soepardi, 1983).

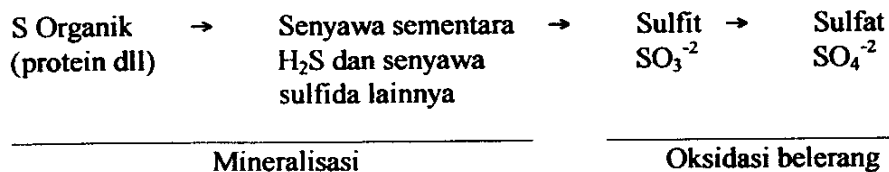


Tabel 1. Analisa kimia contoh airpanas*

Zat kimia	Maribaya	Ciater	Cipanas
Bikarbonat (ppm)	122.00	-	457.50
Silikat (ppm)	1.70	2.60	0.01
Kalsium (ppm)	93.75	1213.80	91.58
Magnesium (ppm)	84.25	29.17	98.42
Besi (ppm)	0.10	0.35	0.15
Mangan (ppm)	0.25	1.90	0.20
Tembaga (ppm)	1.38	0.85	0.05
Khlorida (ppm)	68.36	469.19	102.54
Sulfat (ppm)	4.00	55.00	55.00
Sulfida (ppm)	0.08	0.08	0.10
Khromium (ppm)	0.06	0.08	0.07
Natrium (ppm)	97.00	40.00	25.00
Kalium (ppm)	26.70	28.70	28.70

*) Glorida dkk. (1991)

Seperti halnya nitrogen, perubahan senyawa belerang merupakan proses biologis. Proses ini berlangsung mudah di dalam tanah dan dapat digambarkan sebagai berikut :



Oksidasi belerang, seperti nitrifikasi, dilakukan oleh bakteri tertentu. Sulfat yang dihasilkan merupakan bentuk belerang yang dapat digunakan tanaman (Soepardi, 1983).

Belerang Untuk Ruminansia

Belerang adalah elemen esensial dalam pakan domba (Annenkov, 1982) yang mempengaruhi proses fermentasi dalam rumen (Arora, 1989), didapatkan pada setiap sel tubuh dan esensial untuk kehidupan sel itu sendiri (Ensminger *et al.*, 1990). Merupakan komponen dari sejumlah asam amino sistin, sistein dan metionin (Annenkov, 1982; Gatenby, 1986; McDonald *et al.*, 1988; Ensminger *et al.*, 1990), dan merupakan bagian yang penting dari bakteri rumen (Hungate, 1966). Juga sebagai komponen dua vitamin yaitu tiamin dan biotin dan sebagai komponen rambut, wol dan bulu, terdapat dalam saliva, empedu, hormon insulin (Ensminger *et al.*, 1990) dan dalam koenzim A (Riis, 1983).

Hanya sedikit belerang dalam tubuh berada dalam bentuk anorganik meskipun diketahui ada sedikit sulfat dalam darah (McDonald *et al.*, 1988). Kadar belerang dalam biomassa mikroba rumen dapat mencapai 8g/kg bahan kering dan sebagian besar terdapat dalam protein (Bird, 1972). Sekitar 0.15 persen dari bobot badan dan 10 persen dari kandungan mineral tubuh adalah belerang (Ensminger *et al.*, 1990).

Dengan adanya metabolisme belerang oleh mikroba dalam rumen maka domba (dan sapi) dapat menggunakan belerang dalam bentuk organik dan anorganik. Belerang dibutuhkan untuk mensintesis protein mikroba (Goodrich dan Garrett, 1986). Jumlah belerang yang dibutuhkan oleh mikroorganisme rumen tergantung kepada laju metabolisme protein dan berbanding lurus dengan kebutuhan nitrogennya. Agriculture

Research Concil (1980) menyarankan bahwa untuk setiap gram kebutuhan nitrogen dibutuhkan 0.07 g belerang yang dapat dihidrolisa dalam rumen. Secara tradisional kecukupan belerang dapat disuplai dalam bentuk protein tetapi dengan meningkatnya penggunaan senyawa N bukan protein akan menjadi berman-faat bila ditambah belerang (sebagai sulfat) dalam pakan (McDonald *et al.*, 1981 dalam Gatenby, 1986).

Bahan pakan yang kaya akan belerang antara lain alfalfa, tepung darah, tepung biji kapas, tepung bulu, tepung ikan dan limbah hasil laut, tepung biji rami, tepung daging, hasil sampingan ternak unggas, dan tepung kedelai (Ensminger *et al.*, 1990). Molases juga mengandung cukup banyak belerang (0.30 persen). Sebagai sumber suplemen biasanya digunakan elemen belerang, ragi, bermacam-macam garam sulfat (Preston dan Leng, 1987), antara lain amonium sulfat, natrium sulfat dan kalsium. Metionin dan hidroksi analognya merupakan sumber belerang yang baik, sedangkan belerang elemental memiliki efisiensi pemanfaatan yang rendah (Kahlon *et al.*, 1975). Nilai ketersediaan relatif sebagai senyawa sumber belerang dibandingkan dengan asam amino L-metionin dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 tersebut menunjukkan bahwa belerang anorganik dalam bentuk garam sulfat (kalium sulfat dan ammonium sulfat) mempunyai angka ketersediaan relatif tinggi, hampir mendekati L-metionin dan bahkan melebihi DL-metionin. Belerang dalam bentuk elemen mempunyai nilai ketersediaan relatif rendah, hal tersebut mungkin disebabkan oleh kelarutannya yang rendah dalam cairan rumen (Hungate, 1966).



Tabel 2. Ketersediaan relatif berbagai sumber belerang diukur berdasarkan sintesis protein in vitro *)

Sumber belerang	Ketersediaan (%)
L-metionin	100.00
Kalsium sulfat	94.10
Amonium sulfat	93.00
DL-metionin	63.00
Natrium sulfat	55.40
Natrium sulfida	42.60
Belerang elemental	35.80
Analog hidroksi metionin (AHM)	28.80

*) Kahlon *et al.*(1975)

Kebutuhan belerang berdasarkan bahan kering adalah 0.14 - 0.18 persen untuk domba betina dewasa dan 0.18 - 0.26 persen untuk domba muda. Data yang tersedia tidak menentukan batas aman tertinggi (*safe upper limit*) untuk sumber belerang yang berbeda pada domba, tetapi nampaknya 0.40 persen adalah batas maksimum untuk belerang pakan sebagai sodium sulfat (NRC., 1985 ^a).

Oleh karena belerang berfungsi dalam sintesis asam amino yang mengandung belerang dan beberapa vitamin B selama pencernaan di dalam rumen, maka mikro-organisme rumen yang kekurangan belerang tidak dapat berfungsi secara normal. Penambahan belerang dalam kondisi demikian dapat meningkatkan konsumsi pakan, kecernaan dan retensi nitrogen (NRC., 1985 ^b).

Kekurangan belerang akan mengurangi mikroorganisme pencerna selulosa dan produksi asam lemak atsiri (Sleyter *et al.*, 1986), akumulasi lemak dalam hati, sintesis protein lambat dan gangguan reaksi oksidasi reduksi (Riis, 1983), produksi susu induk domba turun yang juga akan mempengaruhi perkembangan anak domba yang menyusui (Georgievskii, 1982).

Kandylis (1984) menjelaskan bahwa keracunan belerang terjadi jika padang gembalaan terkontaminasi secara berat oleh limbah industri. Pada negara yang belum termasuk negara industri, keracunan belerang jarang terjadi kecuali jika diberi belerang dengan level yang tinggi sebagai pakan tambahan atau digunakan dalam proses agro industri. Pengaruh utama dari sedikit kelebihan belerang dalam pakan yaitu konsumsi pakan menurun dan berkurangnya mikroorganisme selulolitik dalam rumen serta mengurangi kecernaan serat kasar (Preston dan Leng, 1987).

Penyerapan, Metabolisme, Ekskresi dan Daur Ulang Belerang

Usus kecil merupakan tempat utama penyerapan belerang (Preston dan Leng, 1987), meskipun didapatkan pula penyerapan ^{35}S dalam rumen ruminansia dan lambung hewan ber lambung tunggal. Asam amino bebas, sulfatida, tiamin, piridoksin dan biotin diserap tanpa dekomposisi, sedangkan protein asam amino yang mengandung belerang diserap setelah pemecahan protein menjadi asam amino. Penyerapan asam amino yang mengandung belerang ditentukan oleh level protein dan energi pakan dan diserap secara aktif (Georgievskii, 1982).

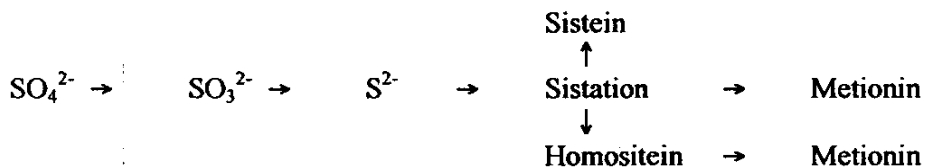


Sulfat seperti halnya nitrat tidak diserap dari rumen. Sulfida diserap secara cepat dari duodenum; 40-90 persen diserap dalam waktu 60 menit. Penyerapan bentuk sulfat lebih lambat; 25 persen atau kurang diserap dalam periode 60 menit. Meskipun demikian penyerapan sulfat dari usus halus 80-90 persen atau lebih (Moir, 1970). Dalam rumen, sulfida diserap dengan waktu paruh 15 menit. Pada pH:6,8, H₂S diserap lebih cepat daripada ion sulfhidril. Apabila kadar sulfida dalam rumen kurang dari 0.60 mg/ml cairan rumen, sebagian besar sulfida digunakan oleh mikroorganisme rumen dan pada kadar 5.0 µg/ml kecepatan penyerapannya sama dengan kecepatan produksinya (Arora, 1989). Berdasarkan hasil percobaan Kandyliis dan Bray (1987) pada domba yang diberi pakan dengan kandungan belerang 1.50 g/kg pakan (rendah) ternyata dari konsumsi 1.158 g belerang, 0.614 g (53 persen) diserap dari rumen sebagai sulfida; yang mengkonsumsi 2.317 g belerang, 1.078 g (47 persen) diserap dari rumen.

Hati, merupakan tempat utama metabolisme belerang (Riis, 1983). Metabolisme belerang dapat diklasifikasikan ke dalam dua sistem yaitu: 1) "sistem organik" yang digunakan di dalam rumen untuk mensintesis asam amino yang mengandung belerang dan 2) "sistem anorganik" yang digunakan dalam bentuk sulfat aktif. Sulfida adalah bentuk metabolik antara dalam pemecahan belerang dicerna dan belerang yang didaur ulang. Belerang anorganik secara umum masuk ke jalur biosintesis pada tingkat oksidasi sulfat (SO₄²⁻) dan sulfida (S²⁻). Bentuk belerang alami yang lain seperti thiosulfat, polithionat, polisulfida dan elemen belerang harus dioksidasi menjadi sulfat dan direduksi menjadi sulfida sebelum tersedia untuk reaksi biosintesis. Belerang dalam bentuk sulfat di dalam rumen akan segera mengalami reduksi menjadi bentuk sulfida karena rumen merupakan organ pereduksi.

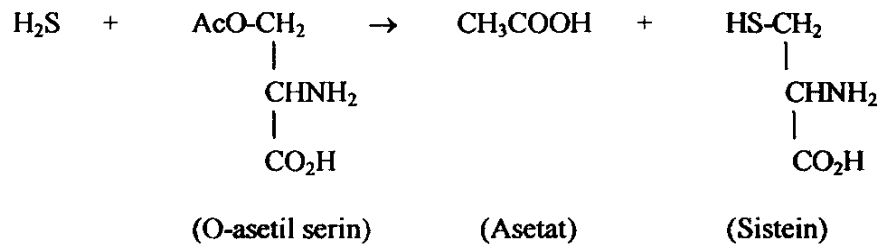
Sintesis *de novo* asam lemak rantai pendek (SCFA) terutama menggunakan sumber belerang dari pool sulfida (Erwanto, 1995). Perubahan sulfat dan sulfida merupakan proses yang bolak balik yaitu reduksi sulfat menjadi sulfida dan oksidasi sulfida menjadi sulfat. Keseluruhan proses tersebut dinamakan siklus belerang dan setiap tahapan melibatkan organisme dan jalur enzimatik yang berbeda (Peck, 1970).

Hewan tidak dapat mereduksi sulfat menjadi sulfida untuk sintesis asam amino yang mengandung belerang (Peck, 1970). Ruminansia mengandalkan mikroorganisme rumen untuk mengkonversi sulfat menjadi hidrogen sulfida yang digunakan untuk sintesis metionin dan sistin untuk pertumbuhan mikroorganisme (Preston dan Leng, 1987). Jalur konversi mineral belerang menjadi sistin dan metionin oleh mikroba saluran pencernaan dikemukakan oleh Georgievskii (1982) seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Konversi belerang menjadi sistin dan metionin oleh mikroorganisme saluran pencernaan (Georgievskii, 1982)

Jika di dalam rumen tersedia belerang tereduksi dalam bentuk H_2S maka senyawa tersebut dapat bereaksi dengan O-asetylserin membentuk sistin dan asam asetat. Proses tersebut melibatkan enzim sistein sintetase dengan persamaan reaksi sebagai berikut (Conn *et al.*, 1987) :



Selama proses fermentasi oleh mikroorganisme, protein dipecah menjadi amonia dan sulfida (Arora, 1989) dan dibawa ke dalam sirkulasi darah portal. Belerang disimpan dalam setiap sel tubuh, dengan konsentrasi tertinggi terdapat dalam rambut, bulu, kulit dan kuku (Ensminger *et al.*, 1990). Wol domba mengandung empat persen belerang dalam bentuk asam amino sistein. Dalam plasma darah, belerang dibedakan antara belerang protein dan bukan protein. Fraksi prote-in merupakan 80-90 persen dari total belerang, kadar tersebut tergantung pada konsentrasi protein plasma, terutama sekali albumin yang lebih kaya akan belerang daripada globulin (Georgievskii, 1982).

Hasil percobaan menunjukkan bahwa belerang terutama diekskresi melalui saluran pencernaan. Dari 205 percobaan neraca menunjukkan bahwa kandungan elemen tersebut dalam feces (V_F : g/hari) erat hubungannya dengan konsumsi belerang (V_i : g/hari), konsumsi bahan organik (V_{OM} : g/hari) mengikuti persamaan : $V_F = 0.124 V_i + 0.00072 V_{OM}$ (Annenkov, 1982).

Selain bersama feces, belerang juga dikeluarkan melalui urin (Ensminger *et al.*, 1990). Imbangan nitrogen-belerang pada urin hampir konstan, turun selama periode lapar atau kekurangan protein dan meningkat lagi jika taraf protein dalam pakan meningkat (Georgievskii, 1982). Pengeluaran belerang melalui urin tergantung pada beberapa faktor antara lain tingkat konsumsi belerang (Garrigus, 1970), efisiensi penyerapan dari saluran pencernaan dan kecernaan komponen organik pakan. Domba yang diberi pakan cukup mengandung energi, protein tercerna dan 2.50-3,50 g belerang, biasanya mengeluarkan 0.50-0.70 g elemen tersebut melalui urin (Georgievskii, 1982).

Sejumlah besar belerang dikeluarkan ke dalam air susu pada domba yang sedang laktasi. Dalam air susu, belerang terdapat dalam asam amino yang mengandung belerang, laktalbumin dan laktoglobulin, mineral sulfat (0.15 g persen) dan senyawa lain yang mengandung belerang bebas. Suatu jalur yang penting dalam ekskresi belerang pada domba adalah bulunya. Jumlah belerang yang keluar melalui bulu tergantung pada bangsa, produktivitas bulu, pakan dan lain-lainnya. Kandungan belerang dalam bulu variasinya relatif kecil yaitu antara 31 dan 38 g atau rata-rata 34 g/kg bulu murni. Dengan asumsi bahwa pertumbuhan bulu 7g/hari dan produksi bulu murni 2.50 kg/tahun, maka jumlah belerang yang masuk dalam bulu sekitar 240 mg/hari atau 85 g/tahun (Georgievskii, 1982). Sulfida yang terbentuk dalam rumen diubah menjadi protein mikroba atau diserap langsung oleh dinding rumen (Arora, 1989). Sulfida yang diserap dioksidasi menjadi sulfat dalam darah dan hati, kemudian diedarkan ke cairan ekstraseluler.

Sulfat didaur ulang ke dalam rumen dengan jalan difusi belerang darah ke dinding rumen (Moir, 1970) dan melalui saliva, juga ke usus besar melalui sekresi (Preston dan Leng, 1987; Arora, 1989). Berdasarkan hasil percobaan Kandyllis dan Bray (1987) pada domba yang diberi ransum berkadar belerang rendah (1.59 g/kg pakan) ternyata dari yang terkonsumsi 1.158 g belerang, 0.052 g (4.50 persen) didaur ulang ke dalam rumen; domba yang mengkonsumsi 2.317 g/hari belerang, 0.093 g (0.40 persen) di daur ulang ke dalam rumen. Jumlah belerang yang kembali ke rumen melalui saliva juga erat hubungannya dengan kadar belerang plasma dan pada sapi ada korelasi yang sangat positif antara saliva dan sulfat darah. Sebagian besar belerang kembali ke rumen melalui saliva dan mempunyai arti penting untuk memelihara level sulfida rumen. Jika kadar sulfida dalam rumen turun dibawah 1 mg/l cairan rumen, pertumbuhan mikroorganisme dan pencernaan bahan kering turun (Preston dan Leng, 1987).

Interaksi Belerang dengan Mineral Esensial Lainnya

Mineral dapat saling berinteraksi satu sama lain. Interaksi tersebut dapat berupa sinergisme atau antagonisme, yang terjadi di dalam pakan, saluran pencernaan atau selama metabolisme jaringan. Antagonisme antara dua unsur didefinisikan sebagai elemen-elemen yang menghambat penyerapan satu sama lain dalam saluran pencernaan dan mengakibatkan pengaruh yang berlawanan terhadap fungsi biokimia dalam organisme. Sebagai contoh yaitu anatgonisme antara P dan Mg, Zn dan Cu, yang menghambat penyerapan satu sama lain dalam usus, Na menghambat penyerapan Zn dan Mn (Georgievskii, 1982).

Berbeda dengan antagonisme, unsur-unsur yang sinergisme saling meningkatkan penyerapan dalam saluran pencernaan dan bekerja sama dalam beberapa fungsi metabolik pada tingkat sel maupun jaringan (Underwood, 1981). Unsur-unsur yang saling sinergisme yaitu antara Ca dengan P, Na dengan Cl dan Zn dengan Mo. Jumlah hubungan sinergisme jauh lebih sedikit daripada pengaruh antagonisme (Georgievskii, 1982).

Dalam kondisi alamiah dan penelitian, jika dalam pakan kelebihan belerang atau molibdenum akan menghasilkan gejala kekurangan Cu yang karakteristik yaitu anemia, dan “Swayback” (Underwood, 1981). Penambahan belerang dan atau Mo telah dianjurkan untuk mengobati atau mencegah keracunan Cu pada domba (Puls, 1980 dalam Robinson *et al.*, 1987). Hal tersebut karena belerang dalam rumen direduksi menjadi sulfida, kemudian dengan Mo membentuk gugus “tetramolibdat” atau “oksitiomolibdat”, kemudian bereaksi dengan Cu rumen dan membentuk suatu senyawa yang tidak larut dan menyebabkan tidak tersedia untuk ternak (Allen dan Garwthrone, 1987).

Hasil penelitian Spears *et al* (1977) menunjukkan interaksi sulfat x molibdenum adalah nyata; dengan tambahan Mo nyata meningkatkan kebutuhan sulfat untuk pencernaan selulosa yang maksimum. Selain terjadi antagonisme antara Cu, Mo dan S, juga terjadi antagonisme antara Cu, Fe, Mo dan S. Mekanisme gangguan Fe belum diketahui dengan jelas, tetapi mungkin berpengaruh dalam pembentukan fero sulfida dari kompleks di dalam rumen, yang menjadi larut dalam abomasum. Sulfida memisahkan diri dan membentuk senyawa yang tidak larut yaitu senyawa kompleks dengan Cu (Gene, 1994).



Belerang VS Konsumsi dan Efisiensi Penggunaan Ransum

Konsumsi ransum pada ruminansia merupakan salah satu dari beberapa hal penting yang merupakan indikator nilai nutrisi ransum. Keterbatasan konsumsi nampaknya ada hubungannya dengan gerak laju melalui saluran pencernaan, kecernaan ransum, penyerapan molekul dan adaptasi terhadap stres akibat lingkungan. Ada hubungan yang erat antara kecernaan ransum dengan konsumsi ransum pada ruminansia (Davies, 1982). Bahan pakan yang lebih mudah dicerna, lebih banyak yang dapat dimakan oleh ternak dan meningkatkan konsumsi bahan kering. Berdasarkan penelitian Onwuka dan Akinsoyinu (1986) pada delapan ekor domba *West African Dwarf* (bobot badan antara 10-23 kg) yang berfistula (diberi ransum mengandung 0, 0.25, 0.50 dan 0.75 persen belerang), ternyata penambahan belerang dapat meningkatkan konsumsi bahan kering.

Efisiensi penggunaan ransum didefinisikan sebagai jumlah produksi yang timbul dari setiap unit input ransum. Jumlah ransum yang diubah dapat dinyatakan sebagai bobot segar atau berdasarkan kering udara atau jumlah bahan kering yang dikonsumsi. Efisiensi penggunaan ransum mengukur efisiensi hewan dalam mengubah ransum menjadi produk.

Berdasarkan penelitian Yadav dan Mandokhot (1988) dengan menggunakan domba Nali (umur 3.5-4 bulan) yang diberi ransum campuran konsentrat yang mengandung 0.14, 0.20 dan 0.26 persen belerang dan jerami yang dipotong-potong, *ad libitum*, diperoleh hasil bahwa efisiensi penggunaan ransum berbeda untuk setiap kelompok perlakuan.

Belerang VS Mikroorganisme Rumen

Bahan pakan yang dikonsumsi oleh ruminansia pada awalnya mengalami proses fermentasi di dalam rumen. Protein dan polisakarida secara umum diproses oleh mikroba rumen menjadi produk akhir yang spesifik yang dapat digunakan oleh induk semangnya (Bergen dan Yokohama, 1977).

Biomassa protozoa yang ada di dalam rumen berkisar antara 40-80 persen massa mikroorganisme. Kemampuannya untuk memecah komponen utama pakan meskipun dinyatakan tidak esensial, namun protozoa berperan penting dalam fermentasi di dalam rumen (Bergen dan Yokohama, 1977). Peranan protozoa dalam memecah selulosa belum diketahui dengan jelas. Beberapa genera protozoa rumen termasuk *Diplodinium* memecah partikel selulosa dan mencernanya sebagian.

Selain bakteri dan protozoa, di dalam rumen ruminansia juga terdapat fungi. Manfaat dan peran fungi rumen dalam pencernaan serat diketahui ketika populasi yang besar dari fungi diamati secara khusus mengerumuni serat tanaman dalam rumen sapi dan domba (Ho *et al.*, 1990) yaitu pada jaringan lignoselulose tanaman (Fontey *et al.*, 1990). Penyerangan zoospora terhadap fragmen tanaman biasanya terjadi sangat cepat dalam waktu 15-20 menit setelah inkubasi rumen terhadap fragmen tersebut. Meskipun perkembangan rhizoid sangat ekstensif selama enam jam, ukuran sporangial sama dengan yang didapat dalam 1½ jam dan mencapai ukuran maksimum pada 24-26 jam. Kolonisasi fungi pada fragmen tanaman sangat ekstensif 24 jam setelah inkubasi (Ho *et al.*, 1990). Fungi anaerobik yang sangat penting dalam pencernaan awal serat pakan, sangat tergantung pada sumber belerang untuk

pertumbuhannya (Preston dan Leng, 1987). Fungsi utama belerang dalam hubungannya dengan mikroorganisme adalah untuk sintesis asam amino yang mengandung belerang (Durand dan Komisarczuk, 1988).

Imbangan S : N dalam populasi mikrobial mempunyai kisaran yang luas (Whanger, 1972), tergantung pada metoda kimia yang digunakan untuk mengamati belerang, waktu setelah makan, tipe pakan dan pemberian belerang (Durand dan Komisarczuk, 1988). Smith (1984) melaporkan bahwa kisaran rasio S : N adalah 0.05-0.07 dengan rata-rata 0.06. Dalam percobaan *in vitro* menunjukkan bahwa pemberian belerang memberi respon yang positif terhadap penggunaan N bukan protein dan pencernaan bahan organik atau serat pakan. Dalam sistem pencernaan semi kontinyu, menggunakan substrat murni tanpa protein, meningkatkan pemberian belerang akan meningkatkan produksi nitrogen mikroorganisme (Durand dan Komisarczuk, 1988).

Belerang VS Pertumbuhan

Secara sederhana pertumbuhan diartikan sebagai suatu kenaikan dalam ukuran (Lawrence, 1980). Ada dua hal dasar yang terjadi dalam pertumbuhan hewan yaitu pertambahan bobot badan yang disebut pertumbuhan dan perubahan bentuk yang disebut perkembangan (Lloyd *et al.*, 1978).

Pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor, satu diantaranya adalah pakan. Suatu penelitian telah dilakukan dengan menggunakan domba Nali umur 3.5-4 bulan yang diberi pakan jerami padi yang dipotong-potong (*ad libitum*) + konsentrat yang mengandung 0.14, 0.20 dan 0.26 persen belerang. Penambahan belerang

ternyata meningkatkan pertumbuhan dan karkas yang dapat dimakan (Yadav dan Mandokhot, 1988). Hasil penelitian Onwuka dan Akinsoyinu (1989) menggunakan delapan ekor domba *West African Dwarf* yang berfistula (bobot badan 10-23 kg), diberi ransum mengandung 0, 0.25, 0.50 dan 0.75 persen belerang; dilaporkan bahwa belerang meningkatkan pertambahan bobot badan dan retensi nitrogen tertinggi dicapai dengan 0.50 persen belerang.

Belerang VS asam Lemak Atsiri (VFA)

Asam lemak atsiri (VFA) merupakan hasil akhir dari fermentasi karbohidrat dan protein (Perry, 1984); merupakan sumber energi utama ternak ruminansia (Ørskov dan McDonald, 1980). Kekurangan belerang akan mengurangi produksi VFA (Bird, 1972). Produksi metan berkurang ($P < 0.05$) pada domba yang diberi pakan *ad libitum* (mengandung 0.04 persen belerang) dibanding dengan yang mengandung 0.34 persen belerang (Slyter *et al.*, 1986). Whanger dan Matrone (1966) melaporkan bahwa konsentrasi asam propionat menurun dalam rumen domba yang kekurangan belerang. Pemberian SO_2 pada jerami dapat meningkatkan VFA total rumen, konsentrasi dan proporsi asam butirir dibanding pakan tanpa SO_2 (Miron *et al.*, 1990).

Belerang VS Produksi Bulu

Serat bulu tumbuh dari folikel kulit, pertumbuhannya terjadi pada dasar serat bulu. Laju pertumbuhan dan produksi bulu dipengaruhi oleh beberapa faktor, satu diantaranya adalah pakan. Produksi bulu domba di Indonesia belum berupa wol,

kualitasnya masih kurang baik, namun bulu tersebut masih dapat digunakan untuk kerajinan seperti hiasan dinding, karpet dan sebagainya.

Markiewicz *et al.* (1988) melakukan penelitian menggunakan 12 ekor domba Polish longwool yang sedang laktasi, umur 2-4 tahun, bobot badan 40-50 kg. Domba dibagi menjadi empat kelompok. Hari pertama dan ke 60 dari periode laktasi domba kelompok I diberi 0.015 g Zn/kg bobot hidup secara intra muskuler. Kelompok II diberi pakan yang mengandung sodium sulfat 0.05 g/kg bobot hidup, kelompok III diberi Zn dan S seperti kelompok I dan II, kelompok IV sebagai kontrol. Pada hari pertama, 60 dan 105 hari periode laktasi, sampel darah dan bulu domba diambil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa belerang tidak mempengaruhi jumlah belerang dalam serum dan bulu. Kenaikan panjang serabut bulu selama 105 hari laktasi adalah 24.70 mm dengan Zn, 28.20 mm dengan S dan 26.30 mm dengan Zn + S dan 21.60 mm pada kontrol. Angka tersebut menunjukkan bahwa penambahan belerang menghasilkan serabut bulu terpanjang yang akan mempengaruhi produksi bulu total. Hasil yang serupa juga diperoleh dalam penelitian Yadav dan Mandokhot (1988) menggunakan domba Nali, umur 3.5-4 bulan, diberi pakan jerami potong + konsentrat yang dicampur 0.14, 0.20 dan 0.26 persen belerang; dalam penelitian tersebut ternyata produksi bulu meningkat.

Fenn dan Leng (1989) memberi tambahan metionin ke dalam air minum domba yang diberi pakan dasar hijauan, ternyata penambahan tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan bulu 16 persen ($P < 0.05$) jika dibandingkan dengan domba yang hanya diberi pakan basal.



MATERI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian Tahap I (Survei Lapang)

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian tahap I adalah untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan produktivitas domba yang dipelihara di daerah yang dialiri oleh air belerang dengan yang tidak dialiri oleh air belerang. Dengan kata lain untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh kandungan belerang rumput terhadap produktivitas domba. Hasil survei lapang merupakan dasar untuk penelitian tahap II (*in vitro*)

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengajuan ijin penelitian, penentuan lokasi penelitian dan pengambilan data berlangsung selama dua bulan. Penelitian dilakukan di Kecamatan Wanaraja dan Cilawu, Kabupaten Garut.

Materi Penelitian

Sebagai materi pada penelitian tahap pertama adalah delapan ekor domba jantan, gigi belum ada yang tanggal, yang berada di Kecamatan Wanaraja dan Cilawu, Kabupaten Garut.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode survei, dengan mengadakan pengamatan langsung pada peternak, melalui wawancara, melakukan penimbangan bobot badan domba, pencukuran bulu domba, pengambilan sampel darah dan isi rumen.

Sebelum penelitian dimulai, terlebih dahulu dilakukan pengambilan sampel air dan rumput yang diberikan pada domba yang dipelihara pada daerah yang akan diamati, kemudian dianalisis kadar belerangnya. Tindakan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang kandungan belerang pada daerah pengamatan, sehingga dapat ditemukan lokasi yang dapat mewakili dua wilayah yaitu untuk wilayah yang “kandungan belerangnya tinggi” dan “kandungan belerangnya rendah”. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua wilayah tersebut dapat diwakili oleh Kecamatan Wanaraja (tinggi) dan Kecamatan Cilawu (rendah).

Peubah yang Diukur

Peubah yang diukur pada penelitian tahap I adalah kandungan belerang rumput, bobot badan, konsumsi belerang, produksi bulu, kandungan belerang plasma darah, asam lemak atsiri cairan rumen, populasi protozoa dan sporangium fungi.

Prosedur Pengukuran Berbagai Peubah

(a) Bobot Badan

Bobot badan dapat diketahui dengan cara menimbang domba dengan timbangan pegas, kapasitas 50 kg dengan kepekaan 0.50 kg. Domba ditimbang pada pagi hari sebelum diberi makan.

(b) **Konsumsi Belerang**

Konsumsi belerang dihitung berdasarkan konsumsi bahan kering 2.50 persen dari bobot tubuh dikalikan dengan kandungan belerang rumput dan dihitung per kg bobot badan metabolik ($BB^{0.75}$).

(c) **Produksi Bulu**

Sebelum dicukur, domba ditimbang terlebih dahulu, agar dapat diketahui bobot badan dan bobot metaboliknya. Bulu domba yang telah dicukur ditimbang, kemudian dicuci agar terbebas dari kotoran, dijemur dan bila sudah kering ditimbang lagi sampai bobotnya tidak berubah (merupakan bobot bulu yang diproduksi).

(d) **Kandungan Belerang Plasma Darah**

Darah diambil melalui vena jugularis, menggunakan venoject berkapasitas 10 ml yang ada heparinnya, (agar darah tidak membeku). Venoject yang sudah berisi darah disimpan dalam termos berisi es. Untuk mendapat plasma, darah disentrifusi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Kandungan belerang plasma darah dianalisis dengan spektrophotometer.

(e) **Pengukuran Asam Lemak Volatil**

Pengukuran asam lemak volatil dilakukan di Balai Penelitian Ternak Ciawi, menggunakan metode pemisahan. Cairan rumen yang telah diambil dengan *stomach tube* di sentrifus pada kecepatan 10.000 rpm selama 15 menit, kemudian diambil supernatannya. Dua ml larutan rumen di pipet ke dalam tabung plastik yang tertutup. Tambahkan kira-kira 30 mg 5-sulpho-salicylic acid kemudian dikocok di dalam shake tube. Selanjutnya disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit, kemudian disaring dengan kertas millipore, sehingga diperoleh cairan jernih. Ambil 1 μ l cairan

rumen jernih tersebut dan injeksikan ke dalam alat gas khromatografi (GC). Sebelum sampel diinjeksikan, GC diinjeksi terlebih dahulu dengan standard VFA rumen. Kondisi alat diatur sebagai berikut : suhu kolom 105 °C, suhu injektor 160 °C, suhu detektor 200 °C, *attenuation* : 16×10^{10} , kecepatan kertas grafik : 0.50 cm/menit, flow rate N₂ : 30 ml/menit, flow rate H₂ : 30 ml/menit, flow rate O₂ : 300 ml/menit.

Konsentrasi VFA individual Y (mM) =

$$\frac{\text{Tinggi puncak grafik sampel}}{\text{Tinggi puncak grafik standard}} \times \text{konsentrasi standard}$$

(f) Pencacahan Populasi Protozoa Rumen

Pencacahan populasi protozoa dilakukan dengan metode hitungan mikroskopis langsung, menggunakan larutan MFS (methylgreen-formalin-salin). Larutan MSF terdiri dari 100 ml larutan formaldehid 35%, 900 ml aquades, 0.6 g methylgreen dan 8.0 g NaCl (pa). 0.1 ml cairan rumen sampel ditambah 0.1 ml larutan MSF dan 0.3 ml aquades dicampur sampai homogen (menggunakan vortex). Kaca tutup *protozoa counter deck glass* diletakkan di atas permukannya. Diambil 0.1-0.5 ml suspensi dengan menggunakan pipet Pasteur, ujung pipet Pasteur diletakkan pada lekukan berbentuk V pada tepi kaca tutup *protozoa counter deck glass*, dilihat dibawah mikroskop dengan perbesaran 40 x. Hitung sel protozoa pada lima kotak *protozoa counter deck glaas*, yaitu bagian tengah dan keempat ujung tepi. Jumlah protozoa per ml cairan rumen = $N \times 10^4 \times 5$

Analisis Data Secara Statistik

Data yang diperoleh dianalisis dengan uji t (Steell dan Torie, 1993).

Penelitian Tahap II (Percobaan *in vitro*)

Tujuan Penelitian

Penelitian tahap II (*in vitro*) bertujuan untuk menentukan kadar optimal kandungan belerang ransum, yang akan digunakan sebagai dasar perlakuan pada penelitian tahap III (*in vivo*).

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tahap II dilakukan dari tanggal 3-29 Desember 1993, di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan IPB Bogor. Perunutan laju sintesis protein mikroba cairan rumen dilakukan di Laboratorium Radioisotop, Jurusan Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan, IPB Bogor.

Materi Penelitian

Sebagai sumber cairan rumen pada penelitian tahap II (*in vitro*) digunakan tiga ekor domba Garut, jantan, gigi belum ada yang tanggal, bobot badan $33.80 \pm .0.62$ kg. Air belerang yang digunakan diambil dari Ciseeng, Parung. Belerang murni dari perusahaan Merck. Kandungan zat-zat makanan rumput dan ransum campuran (RDSAT) tercantum pada Tabel 3. RDSAT terdiri dari 80 persen rumput, 10 persen daun singkong dan 10 persen ampas tahu. Kandungan mineral ransum penelitian dan air belerang tercantum pada Tabel 4.

**Tabel 3. Kandungan zat-zat makanan ransum penelitian tahap II
(*in vitro*)***

Jenis zat makanan	Rumput	Campuran (RDSAT)
Protein (%)	11.30	13.72
Nitrogen (%)	1.82	* 2.20
Lemak (%)	2.20	5.67
Serat kasar (%)	31.58	27.97
Belerang (%)	0.27	0.34
TDN (%)	54.24	55.19

*) Analisis Laboratorium Instrumentasi DEPTAN., Bogor.

**Tabel 4. Kandungan mineral ransum penelitian dan air belerang
penelitian tahap II (*in vitro*)***

Jenis mineral	Rumput	RDSAT	Air belerang
S (%)	0.27	0.34	1.90
N (%)	1.82	2.20	0.52
P (%)	0.95	0.63	1.03
K (%)	0.75	0.98	0.56
Ca (%)	0.88	1.05	0.43
Mg (%)	0.30	0.55	0.98
Fe (ppm)	80.05	98.30	25.00
Al (ppm)	22.60	20.45	24.00
Mn (ppm)	40.73	35.15	14.00
Cu (ppm)	20.25	22.50	27.00
Zn (ppm)	60.40	75.45	20.00

*) Analisis Laboratorium Instrumentasi DEPTAN, Bogor.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian tahap II (*in vitro*) adalah metode eksperimen, menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Sebagai kelompok adalah tiga ekor domba yang merupakan sumber inokulum. Kombinasi perlakuan terdiri dari jenis ransum dan sumber belerang, yaitu kombinasi antara rumput, RDSAT dengan air belerang dan belerang murni. Air belerang dan atau belerang murni ditambahkan ke dalam ransum, sehingga kadar belerang ransum (rumput maupun RDSAT) menjadi 0.34, 0.51, 0.68 dan 0.85 persen. Terdapat 16 kombinasi perlakuan yaitu :

1. $P_1B_0L_0$ = Rumput saja(0.27% S)
2. $P_1B_1L_1$ = Rumput + air belerang (0.34% S)
3. $P_1B_1L_2$ = Rumput + air belerang (0.51% S)
4. $P_1B_1L_3$ = Rumput + air belerang (0.68% S)
5. $P_1B_1L_4$ = Rumput + air belerang (0.85% S)
6. $P_1B_2L_1$ = Rumput + belerang murni (0.34% S)
7. $P_1B_2L_2$ = Rumput + belerang murni (0.51% S)
8. $P_1B_2L_3$ = Rumput + belerang murni (0.68% S)
9. $P_1B_2L_4$ = Rumput + belerang murni (0.85% S)
10. $P_2B_0L_1$ = RDSAT saja (0.34% S)
11. $P_2B_1L_2$ = RDSAT + air belerang (0.51% S)
12. $P_2B_1L_3$ = RDSAT + air belerang (0.68% S)
13. $P_2B_1L_4$ = RDSAT + air belerang (0.85% S)
14. $P_2B_2L_2$ = RDSAT + belerang murni (0.51% S)



$$15. \quad P_2B_2L_3 = RDSAT + \text{belerang murni (0.68\% S)}$$

$$16. \quad P_2B_2L_4 = RDSAT + \text{belerang murni (0.85\% S)}$$

Sesuai dengan rancangan yang digunakan dan perlakuan yang diuji maka model matematis percobaan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta\gamma_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = nilai yang diamati pada kelompok ke i yang mendapat perlakuan jk
(ransum ke j, sumber belerang ke k)

μ = rata-rata umum

α_i = pengaruh kelompok (sumber inokulum) ke i

$\beta\gamma_{jk}$ = pengaruh ransum ke j pada sumber belerang ke k

ε_{ijk} = pengaruh sisa pada kelompok ke i yang mendapat perlakuan jk

Peubah yang Diukur

Peubah yang diukur terdiri dari sintesis protein mikroba rumen, konsentrasi VFA total dan parsial dan konsentrasi N-NH₃ cairan rumen.

Prosedur Pengukuran Berbagai Peubah

(a) Sintesis Protein Mikroba Rumen

Percobaan pengukuran laju sintesis protein mikroba rumen dilaksanakan mengikuti prosedur yang dilakukan Erwanto (1992) dengan sistem fermentasi *batch-culture*. Laju sintesis protein mikroba rumen diperhitungkan berdasarkan laju inkorporasi perunut ³²P ke dalam mikroba rumen. Ke dalam setiap tabung fermentor (erlenmeyer) dimasukkan 12 ml larutan saliva buatan, 1 gram ransum (sesuai dengan

perlakuan masing-masing), 8 ml cairan rumen domba dan sebanyak $1 \mu\text{Ci } ^{32}\text{P}$ sebagai perunut. Radiophosphor (^{32}P) yang digunakan adalah dalam bentuk garam natrium ($\text{NaH}_2^{32}\text{PO}_4$). Proses fermentasi berlangsung dalam suasana anaerob dan dilakukan di dalam penangas air bergoyang pada suhu 39°C . Suasana anaerob diciptakan dengan menjenuhi isi fermentor dengan gas CO_2 . fermentasi dilaksanakan selama 3 jam. Pada akhir fermentasi, proses fermentasi dihentikan dengan menambah 0.2 ml HgCl_2 jenuh dalam setiap tabung fermentor.

Produk fermentasi disentrifus pada kecepatan 12.000 rpm selama 10 menit. Supernatan dipisahkan untuk selanjutnya dilakukan pencacahan radioaktivitas (S), pengukuran konsentrasi total phosphor (P), dan VFA. Endapan hasil sentrifus dicuci 5 kali dengan larutan NaCl 0.90 persen, kemudian dilakukan pengabuan basah (*wet ashing*) sampai diperoleh larutan jernih, kemudian dilakukan pencacahan radioaktivitas endapan (E).

Prosedur pengabuan basah : Endapan yang telah dicuci dan dikeringkan dalam oven dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl kemudian ditambahkan 20 ml larutan pengoksidasi (campuran dari satu bagian larutan asam perklorat 60 persen dengan empat bagian larutan asam nitrat 70 persen). Labu dipanaskan dengan api kecil di dalam lemari asam yang penghisap uapnya berfungsi dengan baik, sampai semua partikel bahan terlarutkan dan diperoleh larutan yang jernih. Kemudian larutan ditambah dengan aquades sehingga volume menjadi 25 ml, kemudian dimasukkan masing-masing 5 ml ke dalam tiga vial untuk dicacah radioaktivitasnya.

Radioaktivitas dicacah dengan menggunakan mesin pencacah sintilasi cair (Liquid Scintillation Counter) merek Aloka model LSC-753, dengan metode pencacahan Cerencov. Nilai phosphor terinkorporasi (A) dihitung sebagai berikut :

$$A \text{ (mg/20 ml)} = \frac{\text{(cpm/20 ml)}}{\text{(cpm/20 ml)}} \times P \text{ (mg/ml)}$$

Sintesis protein mikroba rumen (SPM) dihitung berdasarkan persamaan :

$$\text{SPM (mg/20 ml)} = A \times 7.6 \times 6.25$$

Keterangan : SPM = sintesis protein mikroba

A = phosphor terinkorporasi

(b) Pengukuran N-Amonia

Konsentrasi N-amonia ditentukan dengan metode mikrodifusi Conway, mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Departmen of Dairy Science Universitas Wisconsin (1966). Sebanyak 1 ml supernatan diletakkan dalam salah satu sekat cawan Conway. Pada sisi yang lain diletakkan 1 ml larutan Na_2CO_3 jenuh. Cawan Conway diletakkan dengan posisi miring sehingga kedua larutan tidak tercampur sebelum cawan ditutup rapat. Letakkan 1 ml asam borat berindikator di bagian tengah cawan Conway. Cawan kemudian ditutup rapat dengan bantuan vaselin. Supernatan dan larutan Na_2CO_3 jenuh dicampur rata dengan cara menggoyang cawan. Amonia yang dibebaskan dari reaksi antara kedua bahan tersebut selanjutnya ditangkap oleh asam borat yang diperlihatkan oleh adanya perubahan warna. Diamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam amonium-borat dititrasi dengan larutan HCl 0.01 N sampai terjadi perubahan warna menjadi warna asal asam borat. Konsentrasi N-amonia dihitung dengan persamaan berikut : N-amonia = (ml titrasi HCl x N HCl x 1000) mM.

(c) Asam Lemak Atsiri (VFA)

Konsentrasi asam lemak atsiri diukur dengan menggunakan gas khromatografi seperti pada penelitian tahap I (*in vitro*).

Analisis Data Secara Statistik

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam, dilanjutkan dengan uji ortogonal kontras dan ortogonal polinomial (Steel dan Torrie, 1993).

Penelitian Tahap III (Percobaan *in vivo*)

Tujuan Penelitian

Penelitian tahap III (*in vivo*) bertujuan untuk menerapkan kadar optimal belerang hasil penelitian tahap II (*in vitro*).

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tahap III merupakan percobaan *in vivo*, dilaksanakan selama lima bulan, dari tanggal 8 Mei sampai 8 Oktober 1995, di Kelompok Tani Sehati, Desa Tamansari, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor. Analisis Kimia dilakukan di Laboratorium Instrumentasi DEPTAN., Bogor.

Materi Penelitian

Pada percobaan *in vivo* menggunakan 16 ekor domba jantan, gigi belum ada yang tanggal, berasal dari desa Tamansari, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor. Air belerang diambil dari Ciseeng Parung. Kandungan zat-zat makanan rumput dan konsentrat tercantum pada Tabel 5, kandungan mineral ransum penelitian dan air belerang

Tabel 5. Kandungan zat-zat makanan ransum penelitian tahap III (*in vivo*)*

Jenis zat makanan	Rumput	Konsentrat
Protein (%)	9.50	18.13
Nitrogen (%)	1.52	2.90
Lemak (%)	4.36	7.58
Serat kasar (%)	43.54	8.99
Belerang (%)	0.23	0.37
TDN (%)	58.64	70.74

*) Analisis Laboratorium Instrumentasi DEPTAN., Bogor.

Tabel 6. Kandungan mineral ransum penelitian dan air belerang penelitian tahap III (*in vivo*)*

Jenis mineral	Rumput	Konsentrat	Air belerang
S (%)	0.23	0.37	0.90
N (%)	1.52	2.90	0.02
P (%)	0.79	0.69	0.09
K (%)	0.63	1.06	0.01
Ca (%)	0.74	1.40	0.11
Mg (%)	0.25	0.60	0.03
Fe (ppm)	67.24	102.97	15.00
Al (ppm)	18.98	19.25	13.00
Mn (ppm)	34.21	38.26	8.00
Cu (ppm)	17.01	21.70	14.00
Zn (ppm)	50.74	82.00	9.00

*) Analisis Laboratorium Instrumentasi DEPTAN., Bogor.

tercantum pada Tabel 6. Konsentrat terdiri dari dedak gandum, jagung, bungkil kelapa, bungkil sawit, bungkil kedelai, starpro, tepung kulit biji coklat, tepung tulang, kapur, garam, mineral dan vitamin.

Metode Penelitian

Percobaan *in vivo* dilakukan dengan metode eksperimen, menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Sebagai kelompok yaitu bobot badan domba pada awal penelitian. Domba dibagi ke dalam empat kelompok berdasarkan bobot badan dan setiap kelompok terdiri dari empat ekor. Bobot badan domba pada awal penelitian berkisar antara 13 sampai 22 kg. Pemberian ransum penelitian dilakukan selama delapan minggu, yang dibagi menjadi empat minggu pertama dan empat minggu kedua. Pada akhir empat minggu pertama domba diistirahatkan selama dua minggu dan diberi ransum perlakuan untuk empat minggu kedua. Pada empat minggu pertama, kelompok pertama diberi rumput saja tanpa ditambah air belerang (kadar belerang rumput 0.23 persen) sedangkan anggota kelompok kedua, ketiga dan keempat secara acak diberi rumput ditambah air belerang sehingga kadar belerang rumput menjadi 0.62, 1.01 dan 1.40 persen. Periode koleksi total pertama dilakukan pada minggu keempat selama enam hari. Domba diistirahatkan selama dua minggu, selanjutnya diberi ransum yang terdiri dari rumput + konsentrat tanpa air belerang untuk anggota kelompok pertama (0.30 persen S), untuk anggota kelompok kedua, ketiga dan keempat masing-masing diberi rumput + konsentrat ditambah air belerang sehingga kadar belerang ransum menjadi 0.62, 1.01, 1.40 persen. Ransum perlakuan diberikan selama empat minggu.



Terdapat delapan kombinasi perlakuan yaitu :

1. R_1 = Rumput saja (0.23% S)
2. R_2 = Rumput + air belerang (0.62% S)
3. R_3 = Rumput + air belerang (1.01% S)
4. R_4 = Rumput + air belerang (1.40% S)
5. R_5 = Rumput + konsentrat (0.30% S)
6. R_6 = Rumput + konsentrat + air belerang (0.62% S)
7. R_7 = Rumput + konsentrat + air belerang (1.01% S)
8. R_8 = Rumput + konsentrat + air belerang (1.40% S)

Sesuai dengan rancangan yang digunakan dan perlakuan yang diuji maka model matematis percobaan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = nilai yang diamati pada kelompok ke i yang mendapat perlakuan ke j.

μ = nilai rata-rata umum.

α_i = pengaruh kelompok ke i.

β_j = pengaruh perlakuan ke j.

ε_{ij} = pengaruh sisa pada kelompok ke i yang mendapat perlakuan j

Peubah yang Diukur

Peubah yang diukur pada penelitian tahap III (*in vivo*) terdiri dari konsumsi bahan kering, konsentrasi $N-NH_3$ cairan rumen, konsentrasi VFA total cairan rumen,

ekskresi alantoin urin, retensi belerang, retensi nitrogen, produksi bulu, penambahan bobot badan, efisiensi penggunaan ransum dan keuntungan.

Prosedur Pengukuran Berbagai Peubah

(a) Konsumsi Bahan Kering Ransum

Konsumsi bahan kering dapat diketahui dengan cara mengukur konsumsi harian kemudian dikalikan kadar bahan kering ransum.

(b) Konsentrasi N-NH₃ dan VFA Total Cairan Rumen

Pengukuran konsentrasi N-NH₃ seperti yang dilakukan pada penelitian tahap II dan pengukuran konsentrasi VFA total seperti yang dilakukan pada penelitian tahap I.

(c) Analisis Alantoin Urin

Analisis alantoin urin dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah dilakukan oleh AOAC (1992) yaitu berdasarkan metode kalorimetri. Alantoin dihidrolisa dalam larutan natrium hidroksida pada suhu 100 °C menjadi asam alantoin yang selanjutnya didegradasi menjadi urea dan asam glyoxylik dalam larutan asam khlorida. Asam glyoxylik kemudian bereaksi dengan fenilhidrazin hidrokhlorida membentuk fenilhidrazon. Produk tersebut bersama kalium ferrisianida dapat membentuk khromosfer yang tidak stabil, yang warnanya dapat dibaca pada panjang gelombang 522 nm.

Kurva standard dibuat dengan menyiapkan larutan alantoin standard dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 mg/l. Sebanyak 1 ml sampel, larutan standard atau aquades (blanko) dimasukkan ke dalam tabung 15 ml, lalu ditambah 5 ml aquades. Selanjutnya ditambah 1 ml NaOH 0.5 M (dikocok dengan vortex), lalu tabung tersebut direndam dalam air mendidih selama 7 menit. Setelah diangkat dan didinginkan, ke

dalam setiap tabung ditambahkan 1 ml HCl 0.5 M, lalu ditambahkan 1 ml fenilhidrazin. Setelah dikocok, tabung segera direndam lagi dalam air mendidih selama 7 menit, kemudian didinginkan dalam *alcohol bath*. Sebanyak 3 ml HCl pekat (11.40 N) dan 1 ml kalium ferrisianida ditambahkan ke dalam setiap tabung. Setelah tercampur sempurna, sebagian dimasukkan ke dalam cuvet dan dibaca nilai OD (*optical density*) pada spektrophotometer. Perhitungan konsentrasi alantoin sampel didasarkan pada hubungan linier antara konsentrasi alantoin standard dengan OD standard.

(d) Retensi Belerang dan Nitrogen

Retensi belerang dan nitrogen dapat diukur melalui koleksi total yang dilaksanakan pada awal minggu keempat pertama dan kedua selama enam hari. Setiap hari selama periode koleksi total tersebut, konsumsi ransum diukur. Sebelum ransum diberikan kepada domba diambil sampel terlebih dahulu, dikumpulkan kemudian dihomogenkan untuk diukur kadar bahan keringnya. Hal yang sama dilakukan untuk feces (bahan kering) dan urin (volume) yang dikeluarkan. Sampel harian dicampur untuk dianalisis kadar belerang dan nitrogennya. Pada akhir koleksi total bulu domba dicukur, kemudian ditimbang dan dianalisis kadar belerang dan nitrogennya. Retensi belerang dan nitrogen dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Retensi belerang} = \text{konsumsi S} - \text{S feces} - \text{S urin} - \text{S bulu.}$$

$$\text{Retensi nitrogen} = \text{konsumsi N} - \text{N feces} - \text{N urin} - \text{N bulu.}$$

(e) Produksi Bulu

Produksi bulu dapat diketahui dengan cara mencukur bulu pada akhir minggu pertama dan kedua dengan cara seperti pada penelitian tahap I.

(f) Pertambahan Bobot Badan

Pertambahan bobot badan diketahui dengan cara menimbang domba setiap minggu. Timbangan yang digunakan mempunyai kapasitas 150 kg dengan kepekaan 100 g. Pertambahan bobot badan merupakan selisih antara bobot badan minggu berikutnya dengan bobot badan minggu sebelumnya.

(g) Efisiensi Penggunaan

Efisiensi penggunaan ransum merupakan jumlah produksi yang timbul dari unit input ransum, yang dihitung dari pertambahan bobot badan dibagi konsumsi bahan kering dalam satuan dan ransum waktu yang sama.

(h) Keuntungan

Keuntungan dihitung berdasarkan selisih antara harga jual domba dikurangi biaya yang dikeluarkan untuk ransum. Keuntungan dihitung dengan satuan Rp./ekor/hari.

Analisis Data Secara Statistik

Data yang diperoleh diuji dengan uji dua β , dilanjutkan dengan analisis ragam, uji ortogonal kontras dan polinomial (Steel dan Torrie, 1993).



HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Tahap I (Survei Lapang di Garut)

Konsumsi Belerang

Konsumsi belerang dihitung berdasarkan konsumsi bahan kering sebanyak 2.50 persen dari bobot badan, dan berdasarkan bobot badan metabolik ($bb^{0.75}$). Berdasarkan perhitungan tersebut ternyata rata-rata konsumsi belerang domba di Kecamatan Wanaraja 0.16 ± 0.003 g/kg $bb^{0.75}$ /hari (0.29 persen dari konsumsi bahan kering) sedang domba di Kecamatan Cilawu 0.10 ± 0.009 g/kg $bb^{0.75}$ /hari (0.18 persen dari konsumsi bahan kering) Tabel 7.

Tabel 7. Rataan produktivitas domba di Kecamatan Wanaraja dan Cilawu

Peubah yang diukur	Wanaraja	Cilawu	P
1. Konsumsi S (g/kg $bb^{0.75}$ /hari)	0.16 ± 0.003^a	0.10 ± 0.009^b	<0.01
2. Bobot badan (kg/ekor)	24.00 ± 2.55^a	21.38 ± 6.22^b	<0.01
3. Asam lemak atsiri (mg/100 ml)			
Total	245.41 ± 30.90^a	268.05 ± 38.09^a	>0.05
Asetat	91.43 ± 8.13^a	83.63 ± 13.60^a	>0.05
Propionat	87.15 ± 17.86^a	108.83 ± 28.94^a	>0.05
Butirat	66.84 ± 14.65^a	75.60 ± 20.82^a	>0.05
4. Kandungan S plasma (ppm)	30.69 ± 14.73^a	25.09 ± 6.45^a	>0.05
5. Populasi protozoa ($\times 10^5$ /ml)	1.70 ± 0.48^a	2.54 ± 0.96^b	<0.05
6. Populasi sporangium fungi (/mm)	1.64 ± 0.60^a	2.28 ± 1.14^a	>0.05
7. BK yang hilang (%/32jam)	8.08 ± 1.30^a	6.67 ± 1.12^a	>0.05
8. Produksi bulu (g/kg $bb^{0.75}$)	51.35 ± 14.91^a	23.89 ± 3.14^b	<0.01

Keterangan : superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan pada $P < 0.05$ atau $P < 0.01$.

Hasil uji t menunjukkan bahwa konsumsi belerang domba di Kecamatan Wanaraja sangat nyata ($P < 0.01$) lebih tinggi daripada domba di Kecamatan Cilawu. Hal ini mungkin karena kandungan belerang rumput di Kecamatan Wanaraja (0.29 persen) lebih tinggi daripada Kecamatan Cilawu (0.18 persen).

Bobot Badan

Hasil uji t menunjukkan bahwa rata-rata bobot badan domba di Kecamatan Wanaraja (24.00 ± 2.55 kg) lebih tinggi ($P < 0.01$) daripada domba di Kecamatan Cilawu (21.38 ± 6.22 kg) (Tabel 7). Hal tersebut mungkin karena konsumsi belerang domba di Kecamatan Wanaraja (0.16 g/kg $bb^{0.75}/hr$) sangat nyata lebih tinggi ($P < 0.01$) daripada domba di Kecamatan Cilawu (0.10 g/kg $bb^{0.75}/hr$). Belerang merupakan elemen esensial dalam pakan domba yang mempengaruhi proses fermentasi dalam rumen (Annenkov, 1982; Arora, 1989) dan sangat diperlukan dalam sintesis protein mikroba. Oleh karena konsumsi belerang domba di Kecamatan Wanaraja lebih tinggi daripada Kecamatan Cilawu maka diduga pengaruhnya terutama terhadap sintesis protein mikroba yaitu menjadi lebih banyak sehingga dapat menghasilkan bobot badan yang lebih tinggi. Efisiensi pertumbuhan mikroba rumen sangat berpengaruh terhadap performan hewan (France dan Siddon, 1993). Lebih tingginya bobot badan sebagai akibat lebih tingginya konsumsi belerang tersebut ada persamaannya dengan hasil penelitian Yadav dan Mandokhot (1988) yang menggunakan domba Nali umur 3.5-4 bulan dengan pakan jerami padi yang dipotong-potong, *ad libitum*, campuran konsentrat yang mengandung 0.14, 0.20 dan 0.26 persen belerang. Penambahan belerang ternyata meningkatkan pertumbuhan. Begitu pula hasil penelitian Onwuka

dan Akinsoyinu (1989) terhadap delapan ekor domba *West African Dwarf* yang berfistula, bobot badan 10-23 kg, dengan 0.00, 0.25, 0.50 dan 0.75 persen belerang, ternyata belerang meningkatkan pertambahan bobot badan. Pertambahan bobot badan tertinggi dicapai pada pemberian 0.50 persen belerang.

Asam Lemak Atsiri (VFA) Cairan Rumen Domba

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa rataan konsentrasi asam lemak atsiri total, asetat, propionat, butirat cairan rumen domba dari Kecamatan Wanaraja berturut-turut 245.41 ± 30.90 mg/100 ml, 91.43 ± 8.13 mg/100 ml, 87.15 ± 17.86 mg/100 ml dan 66.84 ± 14.65 mg/100 ml, sedangkan dari Kecamatan Cilawu berturut-turut adalah 268.05 ± 38.09 mg/100 ml, 83.63 ± 13.60 mg/100 ml, 108.83 ± 28.94 mg/100 ml dan 75.60 ± 20.82 mg/100 ml (Tabel 7).

Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan ($P > 0.05$) antara kandungan asam lemak atsiri cairan rumen domba di kedua kecamatan tersebut. Menurut France dan Siddons (1993), VFA merupakan produk akhir dari fermentasi karbohidrat oleh mikroba. Oleh karena pakan yang diberikan untuk domba-domba di kedua kecamatan tersebut sama, yaitu hanya hijauan (rumput), maka produk akhir yang dihasilkan juga relatif sama. Selain hal tersebut, hasil uji t menunjukkan bahwa jumlah "sporangium" fungi dari kedua kecamatan tersebut tidak berbeda ($P > 0.05$), padahal fungi berperan dalam pencernaan awal serat pakan (Preston dan Leng, 1987) dan berperan dalam menentukan laju dan kecernaan total serat pakan (Soetanto *et al.*, 1985) yang akan mempengaruhi produksi VFA cairan rumen.

Kandungan Belerang Plasma Darah

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa plasma domba di Kecamatan Wanaraja mengandung 30.69 ± 14.73 ppm belerang, sedang di Kecamatan Cilawu mengandung 25.08 ± 6.45 ppm belerang (Tabel 7.).

Meskipun angka rata-rata absolut belerang plasma yang didapatkan tersebut lebih tinggi pada domba di Kecamatan Wanaraja daripada Kecamatan Cilawu, namun hasil uji t menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan ($P > 0.05$) diantara keduanya, walaupun konsumsi S domba di Kecamatan Wanaraja lebih tinggi ($P < 0.01$) daripada di Kecamatan Cilawu. Percobaan menggunakan ruminansia yang menerima ^{35}S -sulfat per os menunjukkan bahwa belerang radioaktif diinkorporasi dalam sistein dan metionin protein mikroba, protein tersebut dihidrolisis dalam saluran pencernaan dan diserap ke dalam jaringan. Penyerapan asam amino yang mengandung belerang ditentukan oleh level protein dan energi pakan (Georgievskii, 1983). Berdasarkan uraian tersebut diatas dan oleh karena pada kedua kecamatan, baik Wanaraja maupun Cilawu, domba hanya diberi hijauan/rumput saja yang berkadar protein dan energi sama, sehingga mengakibatkan penyerapan asam amino yang mengandung belerang sama, akibatnya kandungan belerang plasma darah domba di kedua kecamatan tersebut juga sama.

Protozoa Rumen

Rataan jumlah protozoa cairan rumen domba di Kecamatan Wanaraja adalah $1.70 \pm 0.48 \times 10^5/\text{ml}$ cairan rumen, sedangkan di Kecamatan Cilawu $2.54 \pm 0.96 \times 10^5/\text{ml}$ cairan rumen (Tabel 7). Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian Suhartati dkk. (1996) yaitu $1.64 \times 10^5/\text{ml}$ sampai dengan $2.33 \times 10^5/\text{ml}$ pada sapi yang diberi

pakan kulit singkong yang difermentasi dengan *Apergillus oryzae* dan *Aspergillus niger*, namun lebih rendah dari hasil yang dilaporkan oleh Bergen dan Yokoyama (1977) yaitu 10^6 /ml cairan rumen. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena protozoa dalam rumen sangat beragam menurut umur, keturunan (Arora, 1989) dan tipe pakan hewan inang (Arora, 1989; Fontey *et al.*, 1990).

Hasil uji t menunjukkan bahwa rata-rata jumlah protozoa cairan rumen domba di Kecamatan Cilawu lebih tinggi ($P < 0.05$) daripada Kecamatan Wanaraja. Hal tersebut diduga karena domba-domba di Kecamatan Wanaraja mengkonsumsi belerang lebih banyak ($P < 0.05$) daripada di Kecamatan Cilawu; pembentukan H_2S dari asam amino yang ber-S di dalam rumen diduga dapat menurunkan pH rumen, yang selanjutnya dapat menurunkan perkembangan biakan populasi protozoa. Protozoa relatif lebih sensitif terhadap asam (Hungate, 1966). Lebih rendahnya protozoa mungkin lebih menguntungkan kalau protozoa mempunyai pengaruh negatif di dalam rumen, terutama jika ruminansia diberi hijauan yang kandungan proteinnya rendah. Protozoa dapat menelan dan mencerna bakteri dan mengurangi biomas bakteri rumen dan akibatnya mengurangi pencernaan serat untuk hewan inang. Protozoa dapat pula menurunkan imbalan protein terhadap energi dalam zat-zat makanan yang diserap dan meningkatkan kebutuhan protein hewan inang. Kalau hal demikian terjadi, maka protozoa meningkatkan kebutuhan protein by pass dan pada ransum yang rendah proteinnya akan menurunkan efisiensi penggunaan ransum untuk pertumbuhan (Bird *et al.*, 1990). Rendahnya protozoa juga memberi keuntungan yang lain seperti yang disebutkan oleh Van Soest (1982) yaitu bahwa sapi yang di defaunasi mempunyai laju pertumbuhan yang lebih besar.



Fungi Rumen

Berdasarkan pemeriksaan laboratorium ternyata jumlah sporangium fungi isi rumen domba di Kecamatan Wanaraja $1.64 \pm 0.60/\text{mm}^2$, sedangkan di Cilawu $2.28 \pm 1.14/\text{mm}^2$ (Tabel 7). Untuk melihat potensi fungi dilakukan analisis terhadap bahan kering yang hilang akibat aktivitas fungi selama inkubasi 32 jam. Berdasarkan analisis tersebut ternyata bahan kering yang hilang sebagai aktivitas fungi rumen di Kecamatan Wanaraja 8.08 ± 1.30 persen, sedangkan di Cilawu 6.67 ± 1.12 persen (Tabel 7).

Hasil uji t menunjukkan bahwa jumlah “sporangium” fungi isi rumen dan bahan kering yang hilang sebagai akibat aktivitas fungi di Kecamatan Wanaraja tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan di Kecamatan Cilawu, meskipun kandungan belerang rumput di Kecamatan Wanaraja lebih tinggi daripada di Kecamatan Cilawu. Ada beberapa hal yang diduga dapat menyebabkan tidak adanya perbedaan jumlah “sporangium” fungi tersebut, antara lain adanya variasi individu domba yang mempengaruhi jumlah zoospora fungi (Soetanto *et al.*, 1985). Populasi fungi di dalam rumen sangat dipengaruhi oleh sifat pakan yang dikonsumsi hewan inang (Soetanto *et al.*, 1985), oleh karena domba di kedua Kecamatan tersebut hanya diberi hijauan yang sifatnya relatif tidak berbeda maka jumlah sporangium fungi di kedua Kecamatan tersebut juga relatif tidak berbeda. Selain hal tersebut, tidak adanya perbedaan jumlah “sporangium” fungi juga diduga karena fungi tidak mengerumuni permukaan material tanaman secara merata (Widham dan Akin, 1984), menghasilkan variasi yang besar dalam dan diantara sampel, dengan demikian untuk menghitung populasi spora fungi dibutuhkan ulangan yang lebih banyak.

Produksi Bulu

Rataan produksi bulu per kilogram bobot badan metabolik ($BB^{0.75}$) domba di Kecamatan Wanaraja 51.35 ± 14.91 g, sedangkan di Cilawu 23.89 ± 3.14 g (Tabel 7).

Berdasarkan uji t ternyata produksi bulu domba per kg bobot badan metabolik di Kecamatan Wanaraja sangat nyata ($P < 0.01$) lebih tinggi daripada bulu domba di Kecamatan Cilawu. Hal tersebut diduga karena kandungan belerang rumput di Kecamatan Wanaraja lebih tinggi daripada di Kecamatan Cilawu. Hasil tersebut didukung oleh hasil penelitian Markiewicz *et al.* (1986) pada 12 ekor domba *Polish longwool* yang sedang laktasi, umur 2-4 tahun, bobot badan 40-50 kg; yaitu bahwa penambahan belerang menghasilkan serat bulu yang terpanjang yang akan mempengaruhi produksi bulu total. Hasil yang serupa (ada peningkatan produksi bulu) juga diperoleh dalam penelitian Yadav dan Mandokhot (1988) terhadap domba Nali, umur 3.5-4 bulan, yang diberi jerami yang dipotong-potong, *ad libitum*; jerami tersebut ditambah konsentrat yang mengandung 0.14, 0.20 dan 0.26 persen belerang. Fenn dan Leng (1989) memberi tambahan sistein dalam bentuk padat dan sistein atau metionin dalam air minum domba yang diberi pakan dasar hijauan. Penambahan sistein dalam bentuk padat tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan bulu, begitu pula dengan penambahan sistein melalui air minum. Penambahan metionin melalui air minum ternyata dapat meningkatkan pertumbuhan bulu 16 persen ($P < 0.05$) jika dibandingkan dengan domba yang hanya diberi pakan basal. Seperti telah diuraikan sebelumnya hasil tersebut menunjukkan bahwa meskipun sistein dan metionin keduanya merupakan asam amino yang mengandung belerang, namun pengaruhnya tidak sama terhadap pertumbuhan bulu.

Penelitian Tahap II (Percobaan *In Vitro*)

Konsentrasi N-NH₃

Rataan konsentrasi N-NH₃ cairan rumen domba berkisar dari 25.40 ± 8.19 mM (rumput + air belerang sehingga kadar belerang ransum menjadi 0.51 persen) sampai 50.62 ± 3.66 mM (rumput + belerang murni, sehingga kadar belerang rumput menjadi 0.85 persen) (Tabel 8). Hasil tersebut lebih tinggi daripada hasil penelitian Suhartati dkk. (1996) yaitu 6-9.40 mM, pada sapi yang diberi *Aspergillus oryzae* dan *Aspergillus niger*. Perbedaan ini dapat terjadi karena adanya perbedaan jenis hewan dan pakan (perlakuan).

Hasil analisis ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa blok dan kombinasi perlakuan nyata mempengaruhi ($P < 0.05$) konsentrasi N-NH₃ cairan rumen domba. Hasil uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa dari semua nilai yang dibandungkan hanya ada satu kontras (perbandingan) yang berbeda yaitu konsentrasi N-NH₃ cairan rumen domba (31.65 ± 7.50 mM) yang diberi rumput + air belerang; konsentrasi N-NH₃ tersebut lebih rendah ($P < 0.01$) daripada yang diberi rumput + belerang murni (45.63 ± 4.03 mM) (Gambar 2). Kenyataan ini menunjukkan bahwa belerang murni memberi respon yang lebih baik terhadap konsentrasi N-NH₃ cairan rumen domba daripada air belerang. Hal ini diduga karena di dalam air belerang terdapat mineral lain selain belerang, yang dapat saling antagonis dan menyebabkan menurunnya konsentrasi N-NH₃, misalnya antara S dengan Cu, antara P dengan Zn, Fe dan Mn, antara Ca dengan Zb dan Man antara Zn dengan Cu (Georgievskii, 1982). Mungkin juga karena

unsur belerang yang ada pada belerang murni lebih tersedia untuk perkembangan mikroba rumen daripada yang ada pada air belerang.

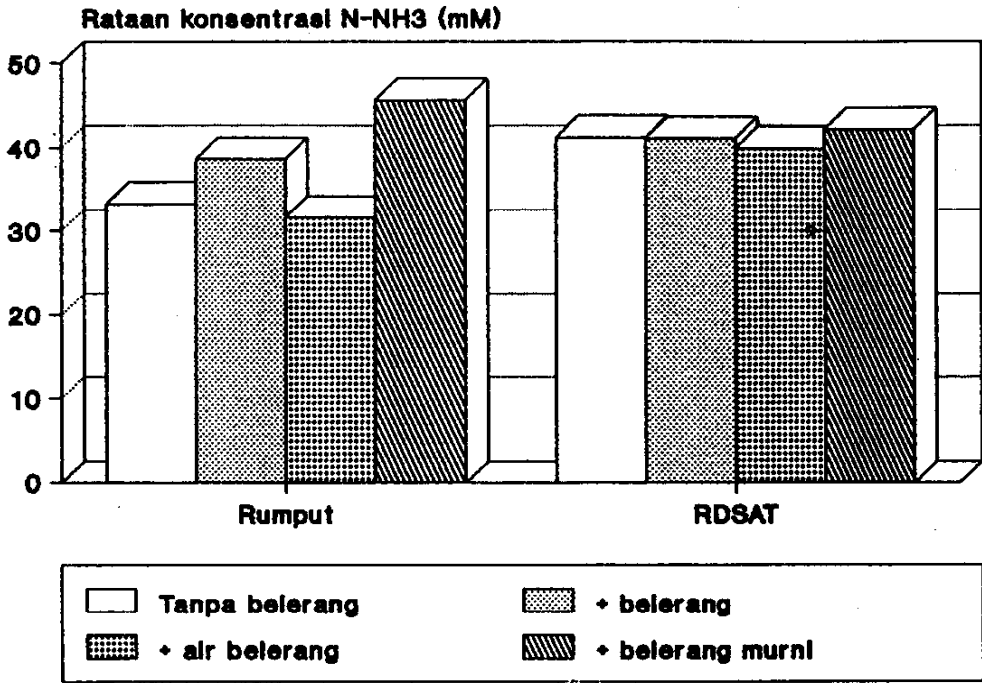
Hasil uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa tambahan air belerang pada rumput berpengaruh secara linier ($P < 0.01$) terhadap konsentrasi $N-NH_3$ cairan rumen dengan persamaan $Y = 14.923 + 28.112 x$, ($r^2 = 0.35$) (Gambar 3). Kenaikan tersebut

Tabel 8. Rataan konsentrasi $N-NH_3$, asam lemak atsiri (VFA) dan sintesis protein mikroba cairan rumen domba pada penelitian II (in vitro)

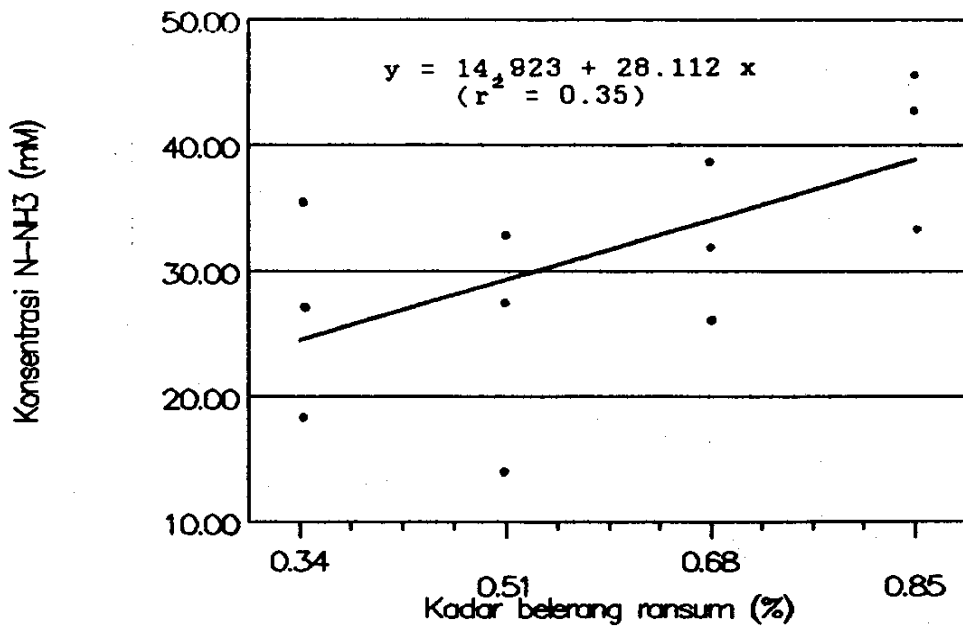
Kombinasi perlakuan	$N-NH_3$ (mM)	VFA Total (mM)	Sintesis prot. mikroba rumen (mg/20 ml)
$P_1B_0L_0$	33.29 ± 10.83	78.75 ± 0.33	68.72 ± 3.25
$P_1B_1L_1$	27.59 ± 7.07	75.13 ± 0.28	161.23 ± 39.52
$P_1B_1L_2$	25.40 ± 8.19	74.62 ± 0.86	135.19 ± 29.39
$P_1B_1L_3$	32.42 ± 5.50	75.03 ± 0.21	255.66 ± 110.92
$P_1B_1L_4$	41.18 ± 5.89	74.28 ± 0.17	314.47 ± 76.71
$P_1B_2L_1$	43.30 ± 3.42	75.03 ± 0.07	433.30 ± 25.25
$P_1B_2L_2$	47.00 ± 3.40	76.24 ± 0.06	317.30 ± 12.74
$P_1B_2L_3$	41.62 ± 5.62	76.98 ± 0.18	243.35 ± 69.28
$P_1B_2L_4$	50.62 ± 3.66	77.59 ± 0.59	302.88 ± 78.61
$P_2B_0L_1$	41.23 ± 3.01	75.72 ± 0.40	53.04 ± 14.78
$P_2B_1L_2$	44.03 ± 4.04	76.90 ± 1.10	143.79 ± 29.54
$P_2B_1L_3$	37.16 ± 6.62	75.69 ± 0.51	126.56 ± 50.00
$P_2B_1L_4$	38.14 ± 6.12	80.57 ± 0.31	176.76 ± 59.00
$P_2B_2L_2$	41.85 ± 3.07	77.27 ± 0.58	73.79 ± 23.74
$P_2B_2L_3$	41.94 ± 1.17	74.97 ± 0.03	96.05 ± 13.73
$P_2B_2L_4$	42.97 ± 4.97	80.38 ± 0.30	142.91 ± 27.18

Keterangan :

P_1 = rumput, P_2 = campuran 80% rumput + 10% daun singkong + 10% ampas tahu, B_0 = tanpa ditambah air belerang maupun belerang murni, B_2 = belerang murni, L_0 sampai dengan L_4 = level belerang dalam ransum (0.27, 0.34, 0.51, 0.68 dan 0.85%)



Gambar 2. Rataan konsentrasi N-NH3 cairan rumen pada penelitian II (*in vitro*)



Gambar 3. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap konsentrasi N-NH3 pada penelitian II (*in vitro*)

diduga karena dengan adanya tambahan pasokan belerang dan N dari air belerang, mikroba rumen semakin berkembang. Fungi anaerobik yang sangat penting dalam pencernaan awal serat pakan sangat tergantung pada sumber belerang untuk pertumbuhannya (Preston dan Leng, 1987) dan fungsi utama belerang adalah untuk sintesis asam amino mikroba yang mengandung belerang (Durand dan Komisarczuk, 1988), populasi mikroba dan protein juga meningkat yang dapat dipecah menjadi amonia (Perry, 1984).

VFA Total

Rataan konsentrasi VFA total berkisar dari 74.28 ± 0.17 mM (rumput + air belerang, kadar belerang rumput menjadi 0.85 persen) sampai dengan 80.57 ± 0.31 mM (RDSAT + air belerang, sehingga kadar belerang RDSAT menjadi 0.85 persen) (Tabel 8). Hasil tersebut sesuai dengan yang dilaporkan oleh France dan Siddons (1993) yaitu bahwa konsentrasi VFA total berkisar antara 70-130 mM, tetapi lebih rendah daripada hasil penelitian Suhartati dkk. (1996) secara *in vitro* menggunakan cairan rumen sapi yang diberi *Aspergillus oryzae* dan *Aspergillus niger* yaitu 140-173 mM dan lebih tinggi dari hasil penelitian Suryapratama dkk. (1994) pada kambing kacang yang diberi temu putih yaitu 8.68 - 71.96 mM

Rataan rasio asetat : propionat : butirrat didapatkan 69:23:8 (Tabel 9). Perbandingan tersebut mendekati hasil perbandingan yang dikemukakan Van Nevel dan Demeyer (1988) yaitu bahwa konsentrasi asam asetat 68 molar %, propionat 21 molar % dan butirrat 11 molar %, dan yang dilaporkan oleh France dan Siddons (1993) yaitu 70:20:10. Perbedaan perbandingan tersebut dapat terjadi karena model fermentasi dipengaruhi oleh pakan basal, terutama sekali tipe karbohidrat pakan. Pakan hijauan

yang berserat tinggi mendorong pertumbuhan species bakteri yang memproduksi asetat (France dan Siddons, 1993).

Hasil analisis ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa blok tidak berpe-ngaruh nyata ($P>0.05$) terhadap produksi VFA total cairan rumen domba, sedangkan kombinasi perlakuan sangat nyata ($P<0.01$) mempengaruhi produksi VFA total.

Hasil uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa rata-rata produksi VFA Cairan rumen domba yang diberi rumput (75.96 ± 0.08 mM) sangat nyata ($P<0.01$) lebih rendah daripada rata-rata produksi VFA cairan rumen domba yang diberi RDSAT (77.36 ± 0.20 mM) (Gambar 4). Hal tersebut mungkin karena kandungan karbohidrat dan protein RDSAT lebih tinggi daripada rumput. Asam lemak atsiri (VFA) merupakan hasil akhir dari fermentasi karbohidrat dan protein pakan oleh mikroba saluran pencernaan (McDonald *et al.*, 1978; Bugaut, 1987; France dan Siddons, 1993). Tingginya konsentrasi VFA total tersebut sangat menguntungkan karena VFA merupakan sumber energi utama bagi ternak ruminansia yaitu menyediakan 70-80 persen kebutuhan energi ternak (Robert, 1981; Maurice 1987).

Rataan konsentrasi VFA total cairan rumen domba yang diberi rumput tanpa ditambah belerang (78.75 ± 0.33 mM) sangat nyata lebih tinggi ($P<0.01$) daripada yang ditambah belerang (air belerang dan atau belerang murni) (75.61 ± 0.38 mM). Hasil tersebut diduga karena dengan adanya tambahan air belerang menyebabkan terjadinya antagonisme antara mineral-mineral yang ada, yang dapat menurunkan konsentrasi VFA total. Mineral-mineral yang saling antagonis tersebut misalnya antara S dengan Cu, antara P dengan Zn, Fe dan Mn, antara Ca dengan Zn dan Mn dan antara Zn dengan Cu (Georgievskii, 1982), seperti sudah disebutkan sebelumnya.

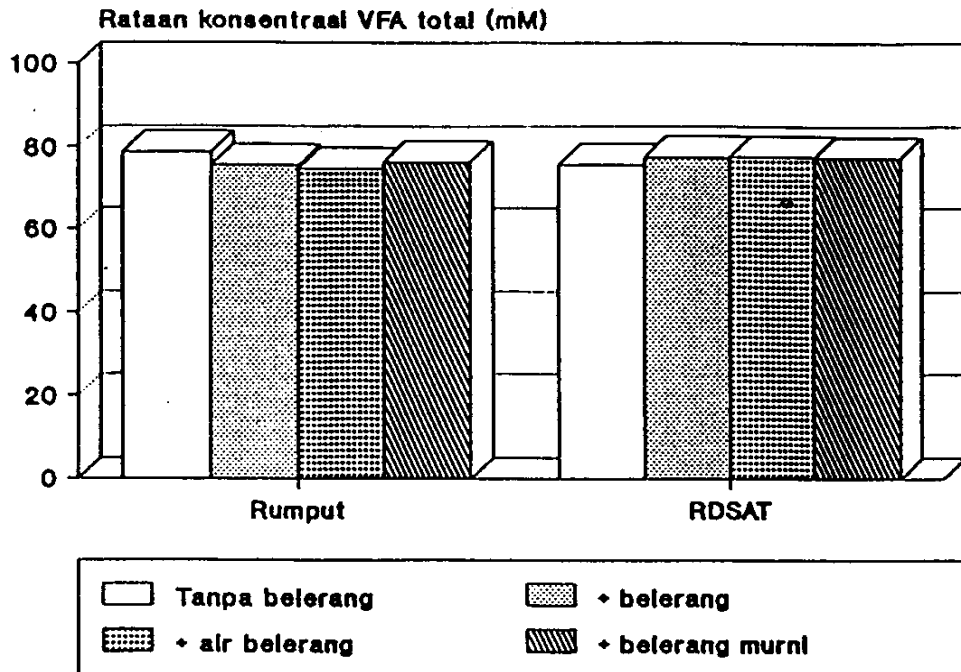
Tabel 9. Rataan konsentrasi asam asetat, propionat dan butirrat cairan rumen domba pada penelitian II (*in vitro*)

Kombinasi perlakuan	Asetat (A)	Propionat (P)	Butirat (B)	Rasio A:P:B
P ₁ B ₀ L ₀	50.26 ± 0.06	18.28 ± 0.08	6.91 ± 0.10	67:24:9
P ₁ B ₁ L ₁	49.53 ± 0.01	17.27 ± 0.11	5.77 ± 0.04	68:24:8
P ₁ B ₁ L ₂	49.09 ± 0.40	17.29 ± 0.17	5.67 ± 0.08	68:24:8
P ₁ B ₁ L ₃	48.42 ± 0.09	18.55 ± 0.04	4.92 ± 0.04	67:26:7
P ₁ B ₁ L ₄	50.36 ± 0.12	17.14 ± 0.10	4.37 ± 0.33	70:24:6
P ₁ B ₂ L ₁	50.15 ± 0.04	16.40 ± 0.04	6.03 ± 0.07	69:23:8
P ₁ B ₂ L ₂	50.50 ± 0.03	17.10 ± 0.04	6.07 ± 0.06	69:23:8
P ₁ B ₂ L ₃	51.78 ± 0.08	16.61 ± 0.09	5.73 ± 0.00	70:22:8
P ₁ B ₂ L ₄	52.03 ± 0.37	17.24 ± 0.10	5.46 ± 0.05	70:23:7
P ₂ B ₀ L ₁	50.44 ± 0.15	16.59 ± 0.43	5.49 ± 0.02	70:23:7
P ₂ B ₁ L ₂	52.05 ± 0.37	16.59 ± 0.43	5.45 ± 0.57	70:23:7
P ₂ B ₁ L ₃	50.24 ± 0.08	17.18 ± 0.06	5.18 ± 0.18	69:24:7
P ₂ B ₁ L ₄	52.52 ± 0.19	18.28 ± 0.10	5.86 ± 0.19	69:24:7
P ₂ B ₂ L ₂	50.93 ± 0.27	17.30 ± 0.04	5.72 ± 0.29	69:23:8
P ₂ B ₂ L ₃	49.85 ± 0.04	16.72 ± 0.02	5.72 ± 0.01	69:23:8
P ₂ B ₂ L ₄	53.59 ± 0.07	18.24 ± 0.09	5.06 ± 0.13	70:24:8

Keterangan:

P₁ = rumput, P₂ = campuran 80% rumput + 10% daun singkong + 10% ampas tahu, B₀ = tanpa ditambah air belerang maupun belerang murni, B₁ = air belerang, B₂ = belerang murni, L₀ sampai L₄ = level belerang pakan (0.27, 0.34, 0.51, 0.68 dan 0.85%)

Rataan konsentrasi VFA total cairan rumen domba (75.72 ± 0.40 mM) yang diberi RDSAT tanpa ditambah belerang sangat nyata lebih rendah ($P < 0.01$) daripada yang ditambah belerang (77.63 ± 0.47 mM). Rataan konsentrasi VFA total cairan rumen domba (74.77 ± 0.38 mM) yang diberi rumput + air belerang sangat nyata lebih rendah ($P < 0.01$) daripada VFA total cairan rumen domba (76.46 ± 0.23 mM) yang diberi rumput + belerang murni. Seperti halnya keterangan sebelumnya, kenyataan ini



Gambar 4. Rataan konsentrasi asam lemak atsiri total pada penelitian II (*in vitro*)

mungkin disebabkan ketersediaan S dalam belerang murni lebih baik untuk pembentukan VFA daripada S air belerang; dapat pula diduga adanya unsur-unsur lain dalam air belerang yang sifatnya antagonis, misal antara S dengan Cu, antara P dengan Zn, Fe dan Mn, antara Ca dengan Zn dan Mn dan antara Zn dengan Cu (Georgievskii, 1982).

Hasil uji ortogonal polinomial pada rumput menunjukkan bahwa level air belerang maupun belerang murni tidak menyebabkan perbedaan respon terhadap pembentukan VFA total. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan air belerang maupun belerang murni pada rumput (sehingga kadar belerang rumput menjadi 0.34 persen)

telah cukup untuk memproduksi VFA yang maksimum sesuai dengan jumlah dan kualitas karbohidrat yang tersedia dalam rumput tersebut.

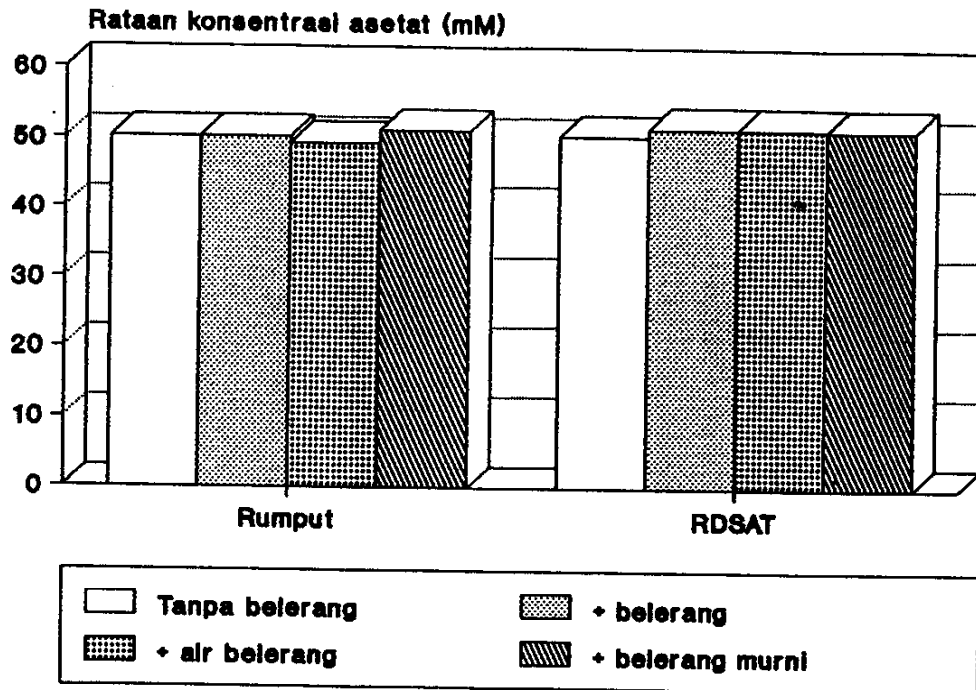
Rataan konsentrasi VFA total cairan rumen domba (77.71 ± 0.58 mM) yang diberi RDSAT + air belerang tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan yang diberi RDSAT + belerang murni (77.54 ± 0.30 mM); juga penambahan air belerang maupun belerang murni pada RDSAT tidak berpengaruh nyata terhadap konsentrasi VFA total. Tidak adanya perbedaan tersebut diduga karena kandungan zat-zat makanan RDSAT tersebut sudah mencukupi kebutuhan mikroba rumen, sehingga penambahan belerang tidak lagi berpengaruh terhadap konsentrasi VFA totalnya.

VFA Parsial

Asam Asetat. Rataan konsentrasi asam asetat cairan rumen domba berkisar dari 48.42 ± 0.09 mM (rumput + air belerang sehingga kadar belerang rumput menjadi 0.68 persen) sampai dengan 53.59 ± 0.07 mM (RDSAT + belerang murni sehingga kadar belerang RDSAT menjadi 0.85 persen) (Tabel 9). Hasil tersebut mendekati hasil penelitian Suryapratama dkk. (1994) secara *in vitro*, menggunakan kambing kacang yang diberi temu putih (*Curcuma zedoaria*) yaitu berkisar dari 45.60 mM sampai dengan 48.14 mM.

Hasil analisis ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa blok (domba) tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap konsentrasi asam asetat cairan rumen domba, sedangkan kombinasi perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap konsentrasi asam asetat cairan rumen domba.

Hasil uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa konsentrasi asam asetat cairan rumen domba (50.24 ± 0.13 mM) yang diberi rumput lebih rendah ($P < 0.01$) daripada yang diberi RDSAT (51.37 ± 0.17 mM). Hasil percobaan ini bertentangan dengan yang biasa didapatkan oleh beberapa peneliti seperti France dan Siddon (1993) bahwa hijauan yang berserat tinggi mendorong pertumbuhan spesies bakteri yang memproduksi asetat. Hal ini diduga karena nilai gizi rumput rendah dan lebih rendah daripada RDSAT, sehingga zat-zat yang akan dibentuk menjadi asetat lebih rendah pada rumput daripada RDSAT. Rendahnya konsentrasi asetat dapat memberi suatu keuntungan dalam penggunaannya sebagai sumber energi karena dalam proses tersebut asam asetat menimbulkan *heat increment* yang tinggi dibanding butirat dan propionat atau efisiensi penggunaannya paling rendah (Soewardi, 1975). Hasil uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi asam asetat cairan rumen domba (50.26 ± 0.06 mM) yang hanya diberi rumput tanpa ditambah belerang tidak berbeda nyata dengan yang diberi rumput + belerang (air belerang dan atau belerang murni) (50.23 ± 0.16 mM). Rataan konsentrasi asetat cairan rumen domba (50.44 ± 0.15 mM) yang diberi RDSAT tanpa ditambah belerang sangat nyata lebih rendah ($P < 0.01$) daripada yang diberi RDSAT + belerang (51.53 ± 0.21 mM) (Gambar 5). Hal ini diduga karena belerang merupakan sumber S untuk pembentukan asam amino ber-S (sistein dan metionin), yang merupakan bagian penting dari protein bakteri rumen (Hungate, 1966). Dengan adanya tambahan belerang pada pakan diduga menyebabkan semakin berkembangnya bakteri rumen sehingga fermentasi serat berlangsung lebih baik dan asetat yang dihasilkan lebih banyak.

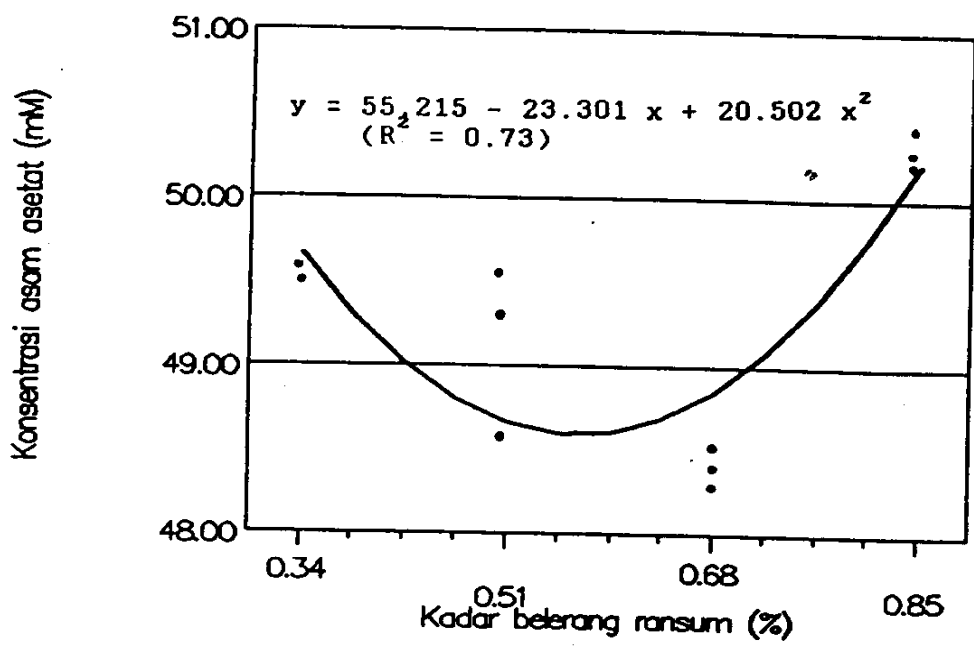


Gambar5. Rataan konsentrasi asam asetat pada penelitian II
(*in vitro*)

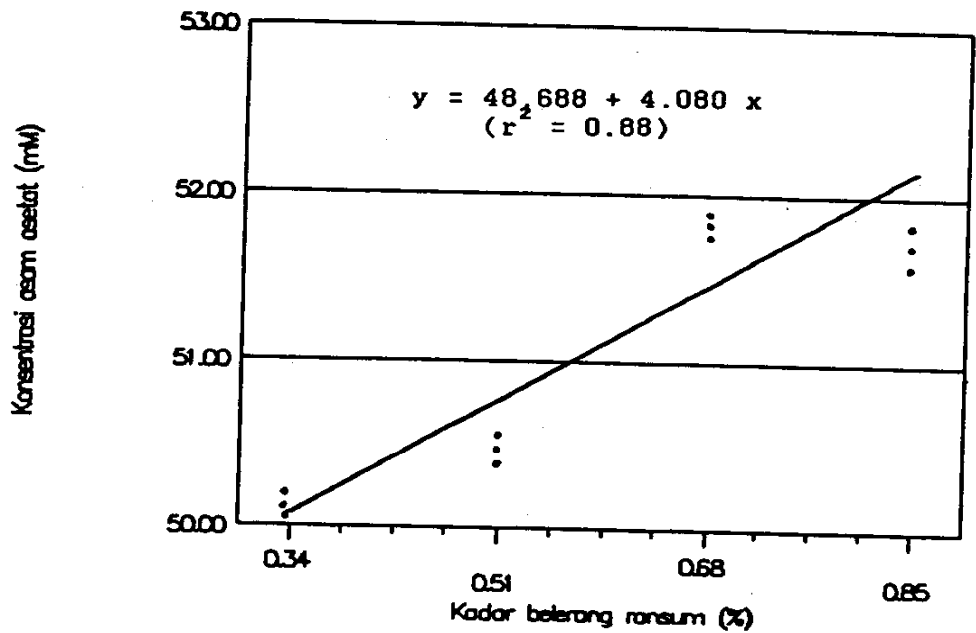
Hasil uji ortogonal kontras juga menunjukkan bahwa konsentrasi asetat cairan rumen domba (49.35 ± 0.16 mM) yang diberi rumput + air belerang sangat nyata ($P < 0.01$) lebih rendah daripada yang diberi rumput + belerang murni (51.12 ± 0.13 mM). Hal ini diduga karena unsur belerang dari belerang murni lebih tersedia untuk mikroba rumen yang ada hubungannya dengan pembentukan asetat daripada unsur belerang pada air belerang. Produk akhir pencernaan fermentatif ditentukan oleh beberapa faktor antara lain jenis bahan pakan dan keseimbangan nutrisi dalam pakan untuk pertumbuhan dan keseimbangan mikroorganisme yang berkembang di dalam rumen. Mikroba rumen mempunyai kebutuhan spesifik untuk makro dan mikro mineral

guna memenuhi kebutuhan komponen enzim dan kofaktor (France dan Siddon, 1993). Air belerang tidak hanya mengandung unsur belerang tetapi juga unsur-unsur lain diantaranya nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, besi, aluminium, mangan, tembaga dan seng (Tabel 4). Mineral dapat saling berinteraksi baik dengan mineral yang lain, dengan zat-zat makanan dan faktor-faktor nutritiv, interaksi tersebut mungkin sinergis atau antagonis yang dapat terjadi dalam pakan itu sendiri dan selama metabolisme jaringan dalam sel (Georgievskii, 1982). Hal ini dapat mempengaruhi ketersediaan unsur belerang untuk pertumbuhan mikroba rumen.

Hasil uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa tambahan air belerang pada rumput berpengaruh secara kuadratik terhadap konsentrasi asetat dengan persamaan $Y = 55.215 - 23.301 x + 20.502 x^2$, ($R^2 = 0.73$) (Gambar 6) titik terendah didapatkan pada kadar belerang rumput 0.29 persen, dengan konsentrasi asetat 48.59 mM. Penambahan belerang murni pada rumput pengaruhnya secara linier terhadap konsentrasi asam asetat cairan rumen domba dengan persamaan $Y = 46.688 + 4.080 x$, ($r^2 = 0.88$) (Gambar 7). Pada RDSAT, konsentrasi asetat cairan rumen domba (51.60 ± 0.19 mM) yang ditambah air belerang tidak berbeda nyata dengan yang ditambah belerang murni (51.46 ± 0.13 mM). Hal ini diduga karena zat makanan RDSAT sudah cukup untuk pertumbuhan mikroba rumen, sehingga adanya tambahan belerang dengan bentuk yang berbeda tidak menyebabkan perbedaan konsentrasi asetat. Asetat merupakan salah satu hasil fermentasi karbohidrat struktural; dalam RDSAT karbohidrat yang mudah tercerna mungkin cukup tinggi sehingga preferensi mikroba lebih banyak untuk fermentasi karbohidrat tersebut dibandingkan dengan karbohidrat struktural, meskipun kadar penambahan belerang berbeda.



Gambar 6. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap konsentrasi asam asetat pada penelitian II (*in vitro*)

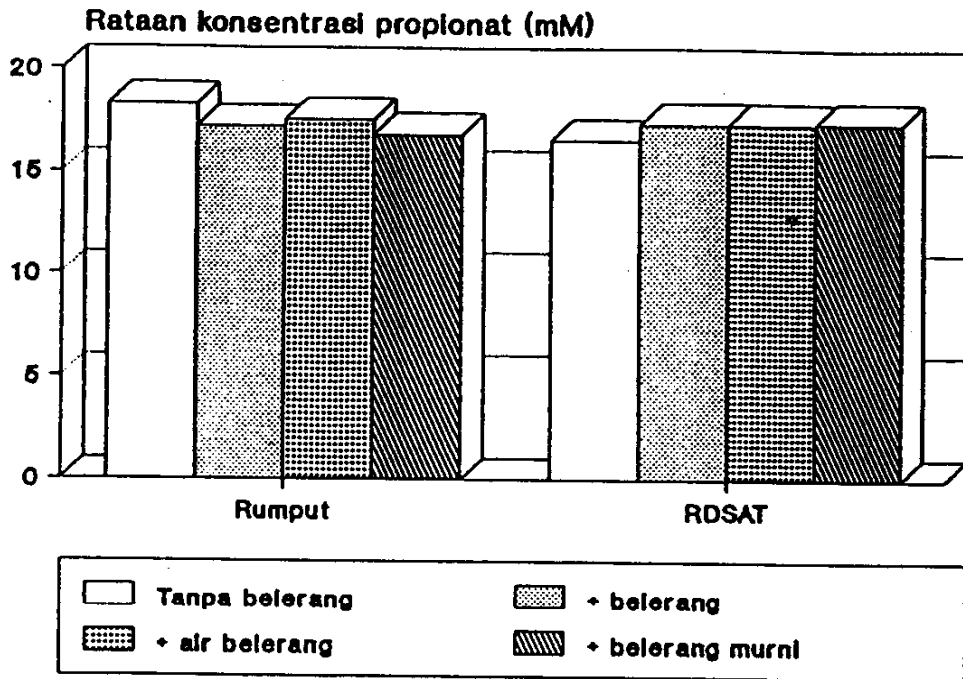


Gambar 7. Pengaruh penambahan belerang murni pada rumput terhadap konsentrasi asam asetat penelitian II (*in vitro*)

Asam Propionat. Rataan konsentrasi asam propionat cairan rumen domba berkisar dari 16.40 ± 0.04 mM (rumput + belerang murni sehingga kadar belerang menjadi 0.34 persen) sampai dengan 18.55 ± 0.04 mM (rumput + air belerang sehingga kadar belerang menjadi 0.68 persen) (Tabel 9). Hasil tersebut mendekati hasil penelitian Suryapratama dkk. (1994) secara *in vitro* pada kambing kacang yang diberi temu putih (*Curcuma zeodaria*) yaitu 15.25 mM sampai 17.93 mM.

Hasil analisis ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa blok (domba) tidak berpengaruh terhadap konsentrasi asam propionat cairan rumen domba, sedangkan kombinasi perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$).

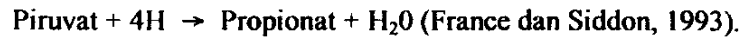
Hasil uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi asam propionat cairan rumen domba (17.32 ± 0.09 mM) yang diberi rumput tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan yang diberi RDSAT (17.27 ± 0.15 mM). Rataan konsentrasi asam propionat cairan rumen domba (18.28 ± 0.08 mM) yang hanya diberi rumput (tanpa belerang) sangat nyata lebih tinggi daripada yang diberi rumput + belerang (17.20 ± 0.11 mM) (Gambar 8). Tidak demikian halnya dengan konsentrasi asam propionat cairan rumen domba yang diberi RDSAT, tambahan belerang justru sangat nyata ($P < 0.01$) meningkatkan konsentrasi propionat yaitu dari 16.59 ± 0.43 mM (RDSAT tanpa ditambah belerang) menjadi 17.38 ± 0.10 mM dengan adanya tambahan belerang. Hal ini mungkin sehubungan dengan belerang merupakan elemen yang sangat diperlukan dalam sintesis protein mikroba rumen (Annenkov, 1982; Goodrich dan Garrett, 1986). Dengan adanya tambahan pasokan belerang maka mikroba rumen semakin berkembang selanjutnya asam propionat yang dihasilkan dalam proses fermentasi



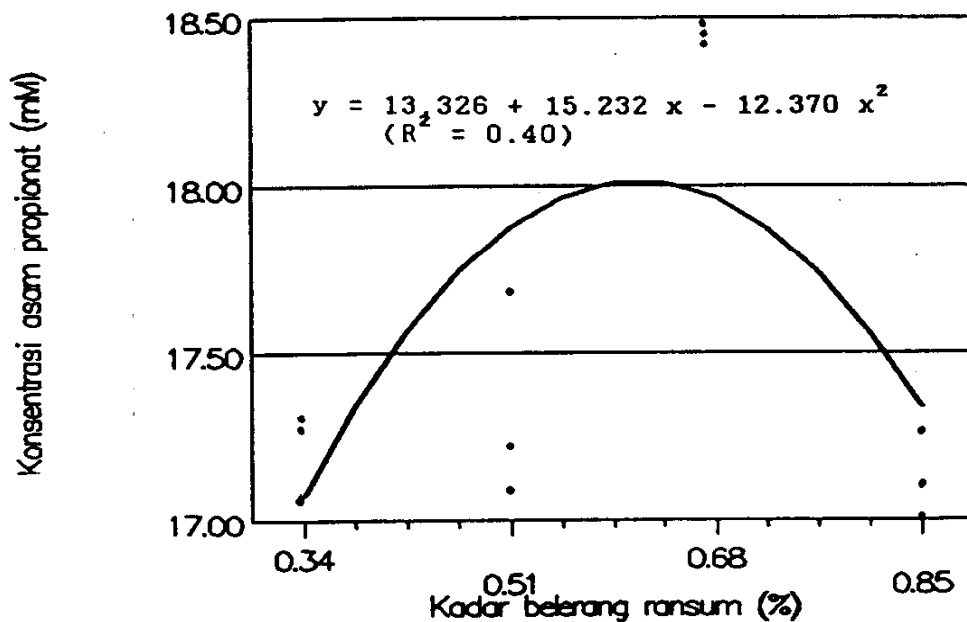
**Gambar 8. Rataan konsentrasi asam propionat pada penelitian II
(*in vitro*)**

karbohidrat mudah tercerna dari RDSAT juga lebih banyak. Rataan konsentrasi asam propionat cairan rumen domba (17.56 ± 0.11 mM) yang diberi rumput + air belerang sangat nyata ($P < 0.01$) lebih tinggi daripada yang diberi rumput ditambah belerang murni (16.84 ± 0.07 mM). Hasil tersebut mungkin ada kaitannya dengan konsentrasi asetat dari kedua kelompok tersebut, yaitu konsentrasi asam asetat cairan rumen domba (49.35 ± 0.16 mM) yang diberi rumput + air belerang lebih rendah ($P < 0.01$) daripada yang diberi tambahan belerang murni (51.12 ± 0.13 mM). Van Soest (1982) melaporkan bahwa meningkatnya konsentrasi asam propionat dapat disebabkan oleh menurunnya konsentrasi asam asetat. Keadaan tersebut dapat terjadi karena dengan menurunnya

konsentrasi asam asetat akan terjadi kelebihan hidrogen dan hidrogen tersebut bersatu dengan piruvat membentuk propionat dengan persamaan reaksi sebagai berikut

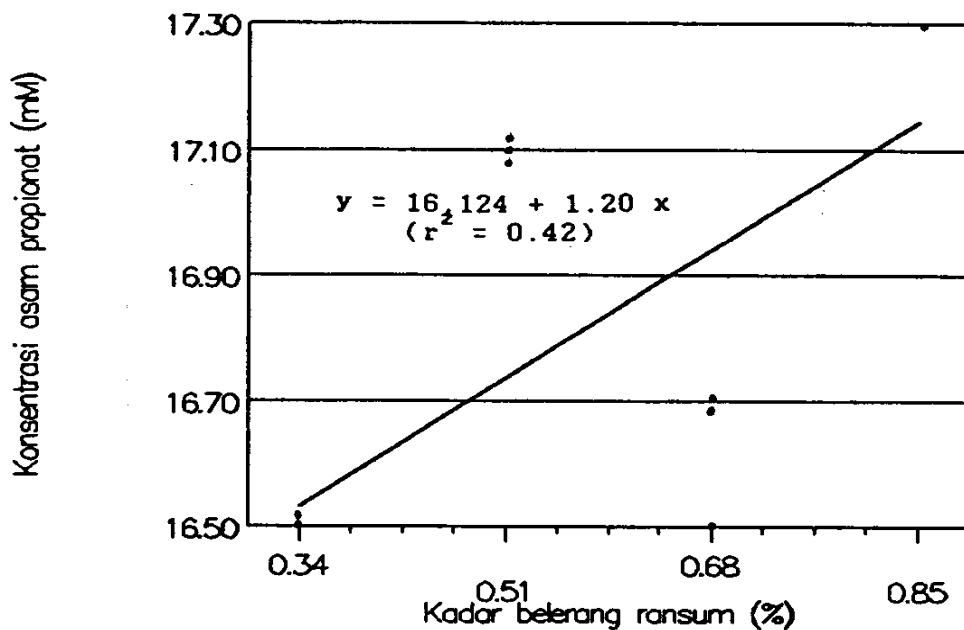


Uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa tambahan air beherang pada rumput berpengaruh secara kuadratik terhadap konsentrasi asam propionat cairan rumen domba dengan persamaan $Y = 13.326 + 15.232 x + 112.370 x^2$, ($R^2 = 0.40$); titik tertinggi didapatkan pada kadar beherang ransum 0.62 persen dengan konsentrasi propionat 18.01 mM (Gambar 9).



Gambar 9. Pengaruh penambahan air beherang pada rumput terhadap konsentrasi asam propionat pada penelitian II (*in vitro*)

Tambahan “belerang murni” pada rumput berpengaruh secara linier terhadap konsentrasi asam propionat cairan rumen domba dengan persamaan $Y = 16.124 + 1.2 x$, ($r^2 = 0.42$) (Gambar 10). Persamaan ini memberi gambaran bahwa sampai dengan level belerang pakan 0.85 persen, peningkatan tambahan “belerang murni” masih terus meningkatkan konsentrasi asam propionat cairan rumen domba. Hasil tersebut menguntungkan sebab propionat diubah menjadi glukosa dalam hati; 50-80 persen dari propionat yang terserap dikonversi menjadi glukosa. Hasil konversi tersebut dapat menyumbang glukosa 27-30 persen dari total produksi glukosa. Glukosa adalah sumber



Gambar 10. Pengaruh penambahan belerang murni pada rumput terhadap konsentrasi asam propionat pada penelitian II (*in vitro*)

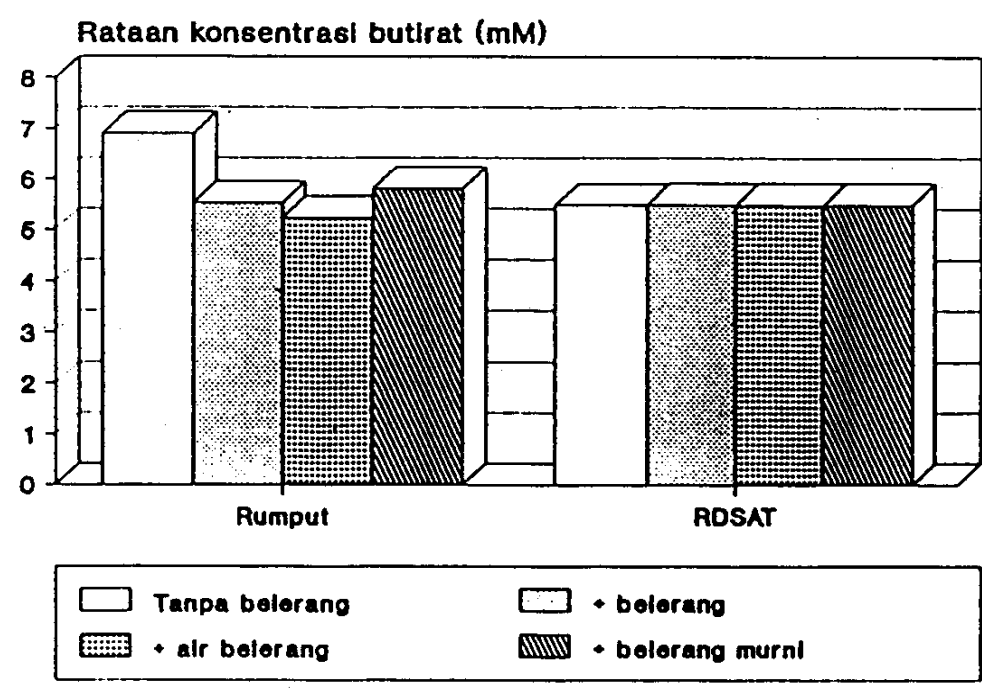
energi utama karena beberapa jaringan seperti sel syaraf (otak dan sumsum), eritrosit dan sel-sel medula ginjal memerlukan glukosa sebagai sumber energi (Bergman, 1983). Hal ini menunjukkan bahwa propionat mempunyai peranan penting dalam metabolisme glukosa di dalam tubuh hewan. Yang penting lagi, bahwa propionat dalam metabolisme hanya sedikit *heat increment* (HI) yang ditimbulkannya.

Berbeda dengan rumput, konsentrasi asam propionat cairan rumen domba (17.35 ± 0.07 mM) yang diberi RDSAT + air belerang tidak berbeda nyata ($P>0.05$) dengan konsentrasi propionat cairan rumen domba (17.42 ± 0.05 mM) yang diberi RDSAT + belerang murni. Hal ini diduga karena kandungan karbohidrat pakan sebagai bahan untuk pembentukan asam propionat sama, dengan demikian meskipun ketersediaan belerang berbeda tetapi jika substrat yang dirombak untuk menghasilkan propionat sama maka asam propionat yang dihasilkan akan sama pula. Adanya perbedaan respon terhadap konsentrasi propionat antara pemberian rumput dan RDSAT menunjukkan bahwa sumber belerang yang sama memberi respon yang berbeda apabila dikombinasikan dengan jenis pakan yang berbeda.

Asam Butirat. Rataan konsentrasi asam butirat cairan rumen domba berkisar dari 4.37 ± 0.33 mM (rumput + air belerang dengan kadar belerang 0.85 persen) sampai dengan 6.91 ± 0.10 mM (rumput tanpa ditambah belerang). Hasil tersebut mendekati hasil penelitian Suryapratama dkk. (1994) secara *in vitro*, menggunakan kambing kacang yang diberi *Curcuma zeodaria* yaitu dari 3.34 - 4.88 mM.

Hasil analisis ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa blok tidak berpengaruh nyata ($P>0.05$), sedangkan kombinasi perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P<0.01$)

terhadap produksi asam butirat cairan rumen domba. Uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa konsentrasi asam butirat cairan rumen domba (5.68 mM) yang diberi rumput lebih tinggi ($P < 0.01$) daripada konsentrasi asam butirat cairan rumen domba (5.50 mM) yang diberi RDSAT. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena konsentrasi asetat cairan rumen domba yang diberi rumput lebih kecil daripada yang diberi RDSAT, sedangkan konsentrasi propionatnya tidak berbeda sehingga mengakibatkan konsentrasi butirat cairan rumen domba yang diberi rumput lebih tinggi daripada yang diberi RDSAT. Rataan konsentrasi butirat cairan rumen domba (6.91 mM) yang hanya diberi rumput lebih tinggi ($P < 0.01$) daripada yang diberi rumput + belerang (5.53 mM) (Gambar 11).



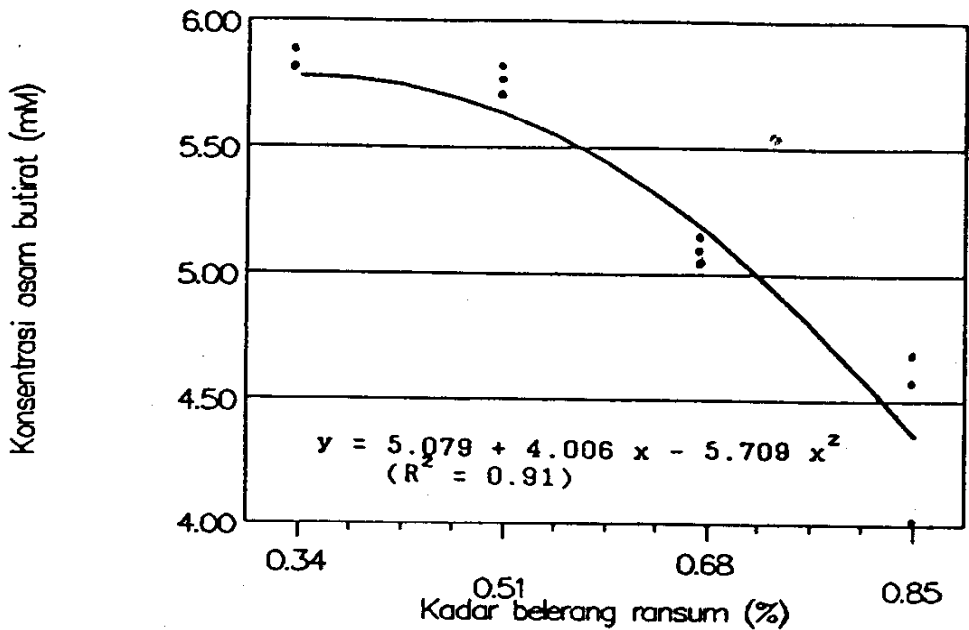
Gambar 11. Rataan konsentrasi asam butirat pada penelitian II (*in vitro*)

Tingginya konsentrasi asam butirat kurang bermanfaat bagi ternak, karena asam butirat banyak digunakan di dalam epitel rumen; dalam jaringan tersebut butirat diubah menjadi asam β -hidroksi butirat; senyawa ini masuk ke dalam peredaran darah dalam bentuk badan-badan keton (McDonald *et al.*, 1988). Tingginya badan-badan keton tidak diharapkan pada hewan ruminansia karena dapat menimbulkan penyakit, yang dikenal dengan “ketosis”.

Rataan konsentrasi asam butirat cairan rumen domba (5.49 ± 0.02 mM) yang diberi RDSAT saja (tanpa ditambah belerang) tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan yang diberi RDSAT ditambah belerang (5.50 ± 0.23 mM). Tidak adanya perbedaan respon pada RDSAT sebagai akibat pemberian belerang tersebut diduga karena zat-zat makanan yang terkandung dalam RDSAT yang berhubungan dengan pembentukan butirat sudah memenuhi kebutuhan.

Rataan konsentrasi asam butirat cairan rumen domba (5.24 ± 0.12 mM) yang diberi rumput + air belerang sangat nyata lebih rendah ($P < 0.01$) daripada konsentrasi asam butirat cairan rumen domba (5.82 ± 0.05 mM) yang diberi rumput + belerang murni. Hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan tingkat ketersediaan belerang dari air belerang dan belerang murni.

Hasil uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa tambahan air belerang pada rumput memperlihatkan pengaruh kuadratik terhadap konsentrasi butirat dengan persamaan $Y = 5.079 + 14.006 x - 5.709 x^2$, ($R^2 = 0.91$); titik tertinggi didapatkan pada kadar belerang pakan 0.35 persen dengan konsentrasi asam butirat 5.78 mM (Gambar 12).



Gambar 12. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap konsentrasi asam butirat pada penelitian II (*in vitro*)

Rataan konsentrasi asam butirat cairan rumen domba (5.50 ± 0.24 mM) yang diberi RDSAT + air belerang tidak berbeda dengan yang diberi RDSAT + belerang murni (5.50 ± 0.14 mM). Terlihat bahwa respon yang terjadi pada RDSAT berbeda dengan rumput. Hal ini mungkin karena zat makanan yang ada pada RDSAT yang akan diubah menjadi butirat oleh proses fermentasi sudah cukup hanya dengan tambahan air belerang saja.

Sintesis Protein Mikroba Rumen

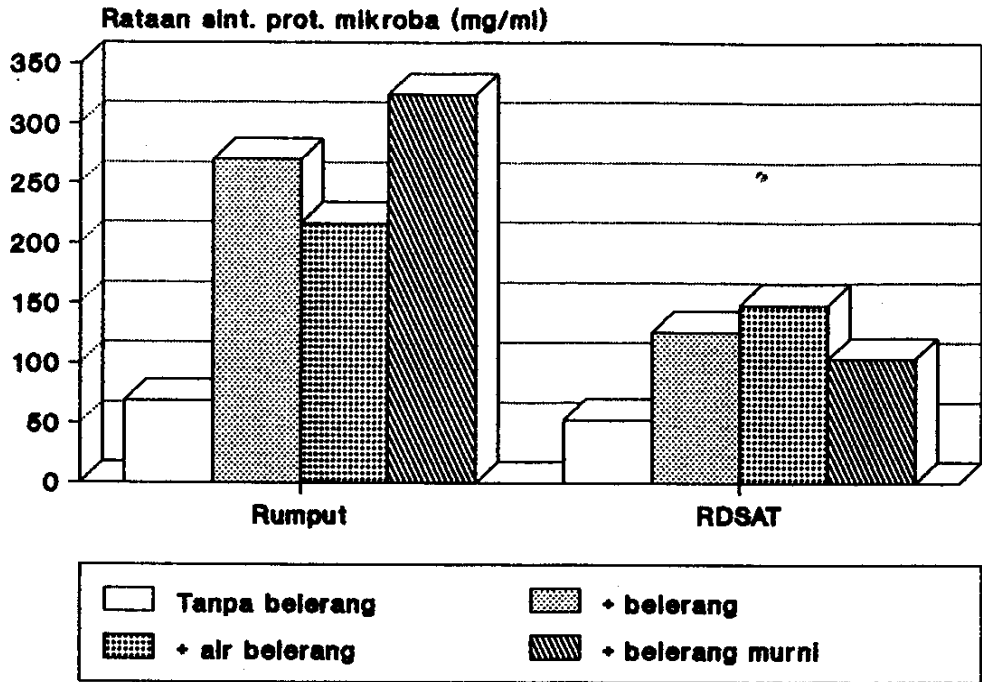
Rataan sintesis protein mikroba cairan rumen domba berkisar antara 68.72 ± 3.25 mg/20 ml (rumput saja, dengan kadar belerang 0.27 persen) sampai dengan 433.30 ± 25.25 mg/20 ml cairan rumen (rumput + belerang murni, dengan kadar belerang 0.34 persen) (Tabel 8).

Hasil analisis ragam (Lampiran 7) menunjukkan bahwa blok dan kombinasi perlakuan sangat nyata ($P < 0.01$) mempengaruhi laju sintesis protein mikroba, perbedaan sumber inokulum ternyata menyebabkan perbedaan respon; hal ini tidak terjadi pada konsentrasi VFA total dan parsial dan konsentrasi N-NH₃.

Hasil uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa rata-rata sintesis protein mikroba cairan rumen domba (248.01 ± 49.50 mg/20 ml) yang diberi rumput sangat nyata ($P < 0.01$) lebih tinggi daripada sintesis protein mikroba cairan rumen domba yang diberi RDSAT (116.13 ± 31.14 mg/20 ml). Sebagian besar enzim biosintetik, termasuk yang berhubungan dengan sintesis asam amino, produksinya menurun apabila kadar asam amino cukup tinggi. Sebagai contoh, jika triptofan ditambahkan dalam biakan *E. coli*, sintesis enzim yang bertanggung jawab untuk produksi triptofan dihambat. Jadi adanya konsentrasi asam amino yang tinggi secara terus menerus di dalam rumen akan membuat sintesis protein menjadi tidak sensitif lagi terhadap perubahan lingkungan (Czerkawski, 1986). Pendapat tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan hasil penelitian ini; nilai nutrisi dari RDSAT lebih baik dibandingkan dengan rumput saja, termasuk asam amino yang dikandungnya, yang dapat menekan sintesis protein mikroba tersebut.

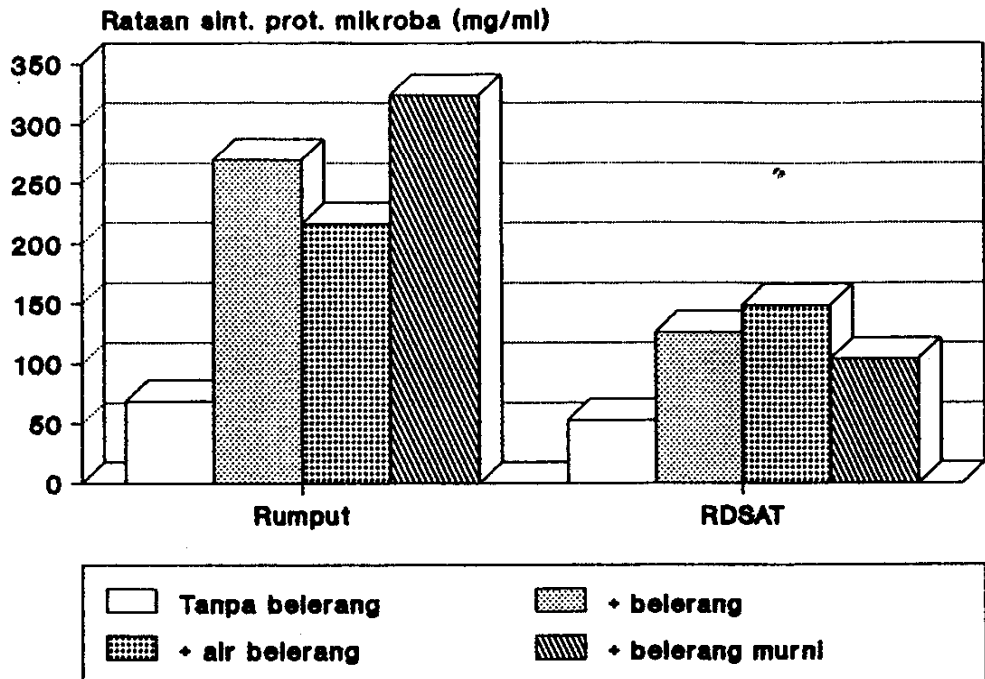
Sintesis protein mikroba cairan rumen domba (68.72 ± 3.25 mg/20 ml) yang diberi rumput tanpa ditambah belerang sangat nyata ($P < 0.01$) lebih rendah daripada sintesis protein mikroba cairan rumen domba (270.42 ± 55.30 mg/20 ml) yang diberi rumput + belerang. Demikian pula sintesis protein mikroba rumen (53.04 ± 14.78 mg/20 ml) yang diberi RDSAT tanpa ditambah belerang, nyata ($P < 0.05$) lebih rendah daripada sintesis protein mikroba cairan rumen domba (126.64 ± 33.87 mg/20 ml) yang diberi RDSAT + belerang. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan belerang dapat meningkatkan laju sintesis protein mikroba rumen domba. Annenkov (1982), Goodrich dan Garrett (1986) melaporkan bahwa belerang merupakan elemen yang sangat diperlukan dalam sintesis protein mikroba. Kenyataan ini sesuai dengan pendapat Bull dan Vandersall (1973) yang melaporkan, bahwa disamping sebagai materi dalam pembentukan asam amino, tambahan belerang dapat pula merangsang aktivitas mikroba rumen; hal ini mungkin dapat meningkatkan sintesis protein mikroba. Belerang terdapat pada tiga asam amino yaitu sistin, sistein dan metionin; metionin dibutuhkan oleh hewan inang, tetapi fermentasi rumen hanya membutuhkan belerang (Van Soest, 1983).

Hasil uji ortogonal kontras juga menunjukkan bahwa sintesis protein mikroba cairan rumen domba (216.64 ± 64.14 mg/20 ml) yang diberi rumput + air belerang sangat nyata ($P < 0.01$) lebih rendah daripada laju sintesis protein mikroba cairan rumen domba (324.21 ± 46.47 mg/20 ml) yang diberi rumput + belerang murni (Gambar 13). Hal tersebut mungkin karena belerang dalam belerang murni lebih tersedia untuk mikroba rumen daripada belerang dalam air belerang.



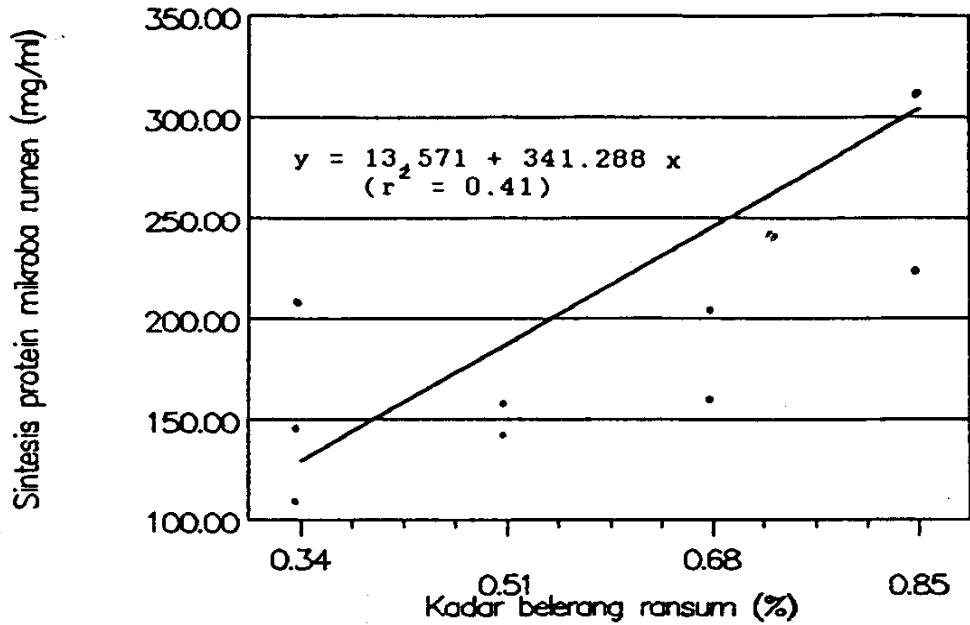
Gambar 13. Rataan sintesis protein mikroba rumen pada penelitian II (*in vitro*)

Hasil uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa level air belerang yang ditambahkan pada rumput berpengaruh secara linier ($P < 0.01$) terhadap sintesis protein mikroba cairan rumen domba, dengan persamaan $Y = 13.571 + 341.288 x$, ($r^2 = 0.41$) (Gambar 14). Tambahan belerang murni terhadap rumput memberi pengaruh secara kuadratik terhadap sintesis protein mikroba cairan rumen, dengan persamaan $Y = 969.716 - 2080.503 x + 1518.368 x^2$, ($R^2 = 0.60$), titik terendah didapatkan pada 0.685 persen belerang dengan sintesis protein mikroba terendah 257.03 mg/20 ml (Gambar 15.). Sintesis protein mikroba cairan rumen domba (149.04 ± 46.18 mg/20 ml) yang

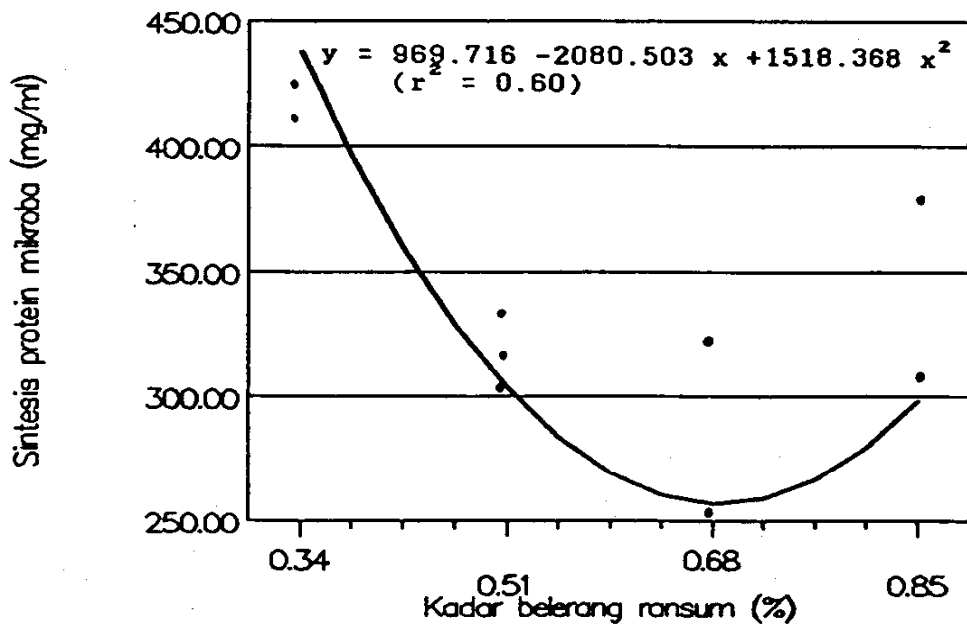


Gambar 13. Rataan sintesis protein mikroba rumen pada penelitian II (*in vitro*)

Hasil uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa level air belerang yang ditambahkan pada rumput berpengaruh secara linier ($P < 0.01$) terhadap sintesis protein mikroba cairan rumen domba, dengan persamaan $Y = 13.571 + 341.288 x$, ($r^2 = 0.41$) (Gambar 14). Tambahan belerang murni terhadap rumput memberi pengaruh secara kuadratik terhadap sintesis protein mikroba cairan rumen, dengan persamaan $Y = 969.716 - 2080.503 x + 1518.368 x^2$, ($R^2 = 0.60$), titik terendah didapatkan pada 0.685 persen belerang dengan sintesis protein mikroba terendah 257.03 mg/20 ml (Gambar 15.). Sintesis protein mikroba cairan rumen domba (149.04 ± 46.18 mg/20 ml) yang



Gambar 14. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap sintesis protein mikroba rumen pada penelitian II (*in vitro*)



Gambar 15. Pengaruh penambahan belerang murni pada rumput terhadap sintesis protein mikroba rumen pada penelitian II (*in vitro*)

diberi RDSAT + air belerang tidak berbeda nyata ($P>0.05$) dengan yang ditambah belerang murni (104.25 ± 21.55 mg/20 ml). Hal tersebut diduga karena nilai gizi RDSAT telah optimal untuk perkembangan mikroba rumen, sehingga meskipun ditambah senyawa belerang dalam bentuk yang berbeda tidak menimbulkan perbedaan respon.

Penelitian Tahap III (Percobaan *In Vivo*)

Konsumsi Bahan Kering (BK)

Data konsumsi bahan kering dan semua peubah yang diukur dalam penelitian tahap III disajikan pada Tabel 10. Rataan konsumsi bahan kering berkisar dari 73.76 ± 2.77 g/hari (rumput tanpa tambahan air belerang, dengan kadar belerang 0.27 persen) sampai dengan 101.26 ± 2.36 persen g/hari (rumput + konsentrat + air belerang, sehingga kadar belerang menjadi 0.62 persen).

Hasil uji dua β menunjukkan bahwa pemberian konsentrat sangat nyata ($P<0.001$) meningkatkan konsumsi BK (Tabel 10). Hasil tersebut mungkin karena konsentrat dapat meningkatkan palatabilitas. Selain hal tersebut diduga ada kaitannya dengan pencernaan bahan kering ransum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencernaan BK rumput + konsentrat (45.49 ± 5.36 persen) lebih rendah daripada pencernaan BK rumput (48.91 ± 10.84 persen). Rendahnya pencernaan diduga sebagai akibat gerak laju ransum yang lebih cepat, yang selanjutnya mengakibatkan pendeknya waktu retensi ransum dalam rumen (Church, 1975) sehingga enzim-enzim pencernaan

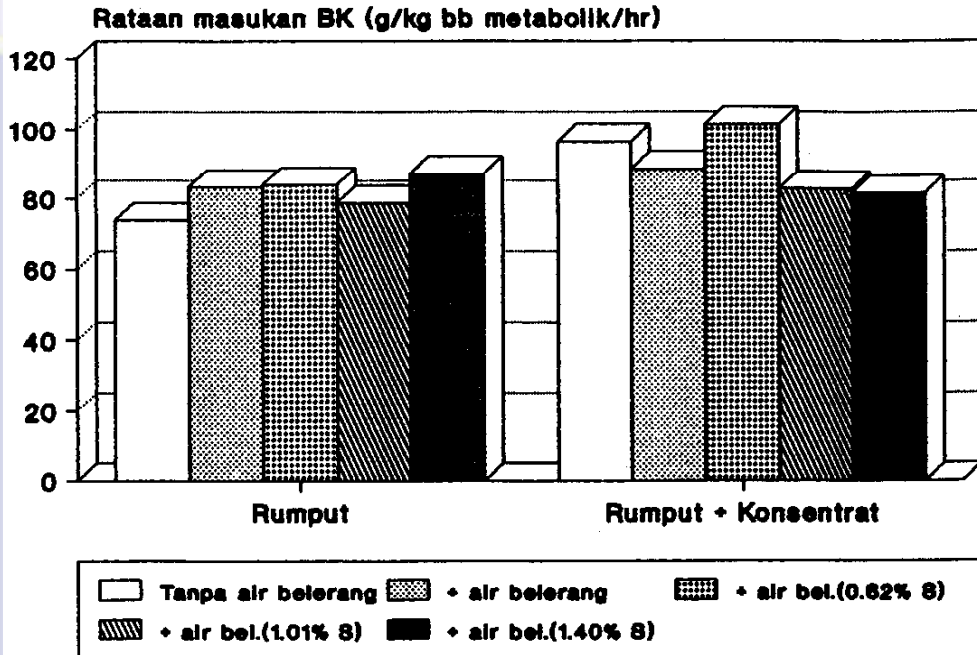
Tabel 10. Nilai rata-ran beberapa peubah yang diukur dalam penelitian tahap III (*in vivo*)

Peubah	Rumput	Konsentrat	P
Konsumsi BK (g/kg ^{0.75} /hr)	80.93 ^a ± 5.84	90.57 ^b ± 8.78	<0.001
N-NH ₃ (mM)	9.46 ^a ± 5.89	8.57 ^a ± 0.65	>0.05
VFA total (mM)	92.97 ^a ± 5.89	92.01 ^a ± 3.95	>0.05
Allantoin (mg/hr)	28.56 ^a ± 7.92	31.68 ^b ± 11.91	<0.01
Retensi N (g/hr)	19.03 ^a ± 3.19	19.26 ^a ± 3.13	>0.05
Retensi S (g/hr)	9.27 ^a ± 3.87	12.51 ^b ± 4.89	<0.10
Produksi bulu(g/hr)	0.26 ^a ± 0.04	0.28 ^b ± 0.04	<0.50
Pertambahan bobot badan (g/ekor/hr)	66.52 ^a ± 10.22	116.92 ^b ± 23.68	<0.001
Efisiensi penggunaan pakan	0.084 ^a ± 0.007	0.131 ^b ± 0.026	<0.10
Keuntungan (Rp/ekor/hr)	55.32 ^a ± 23.21	90.24 ^b ± 57.50	<0.05

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan.

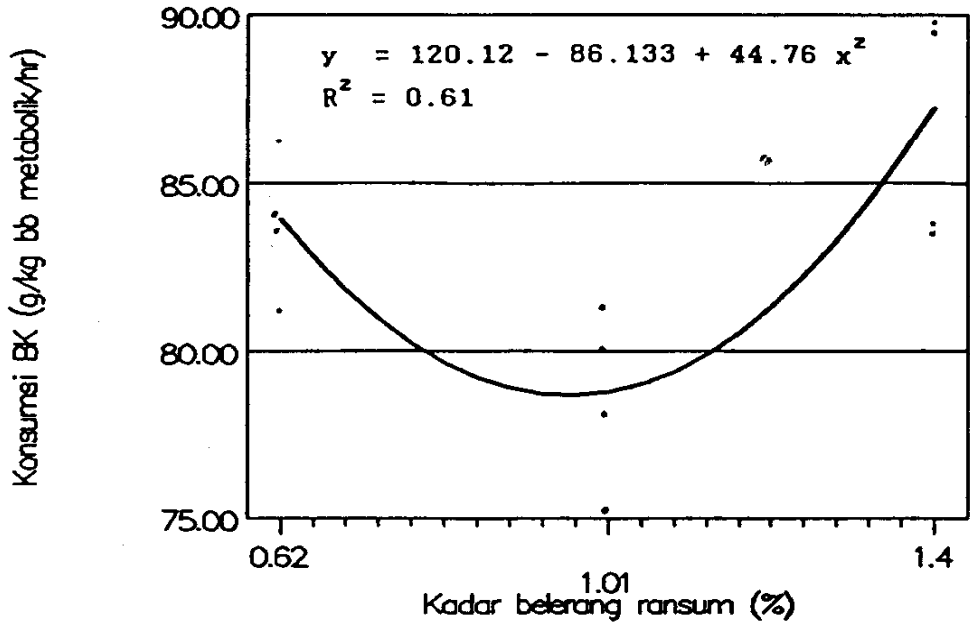
belum sempat mengadakan aktivitas secara optimal. Gerak laju ransum yang lebih cepat selanjutnya mengakibatkan pengosongan rumen lebih cepat, maka konsumsi ransum meningkat. Prigge *et al.* (1993) melakukan suatu penelitian terhadap sapi-sapi jantan Hereford yang diberi ransum *Orchardgrass* dan *Switch-grass*., ternyata sapi-sapi yang diberi *Orchad-grass*, konsumsi BK nya 11.50 kg /hari, dengan pencernaan bahan kering 2.40 persen/jam, sedangkan sapi-sapi yang diberi *Switchgrass*, konsumsi bahan keringnya 10.10 kg/hari, dengan pencernaan bahan kering 2.60 persen/jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa, apabila pencernaan bahan kering ransum lebih rendah, mengakibatkan konsumsi bahan kering ransum menjadi lebih tinggi dan sebaliknya.

Uji ortogonal kontras (Lampiran 8) menunjukkan bahwa penambahan air belerang pada rumput sangat nyata ($P < 0.01$) meningkatkan konsumsi BK (Gambar 16).

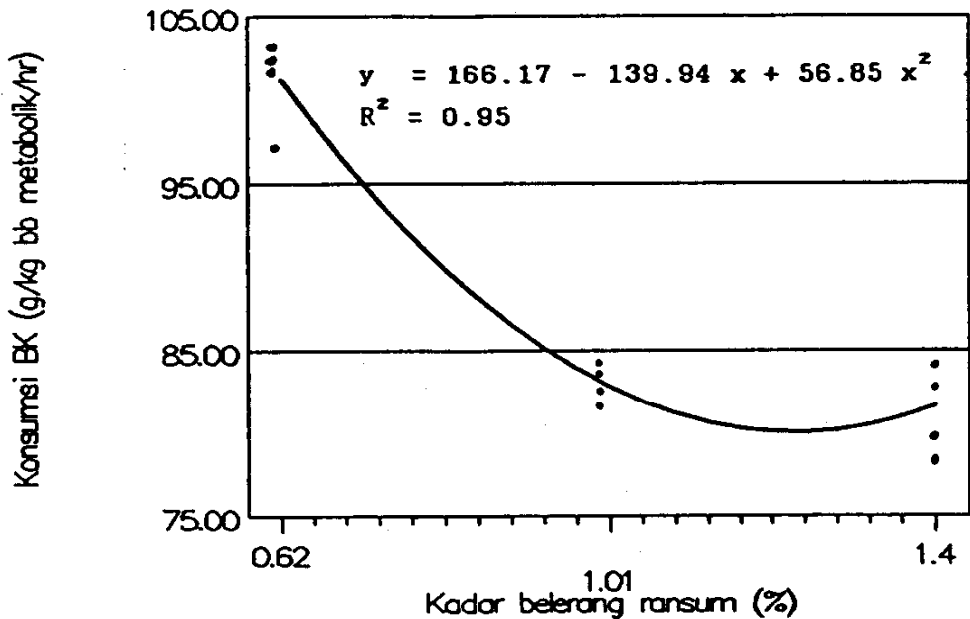


Gambar 16. Rataan konsumsi bahan kering pada penelitian III (*in vivo*)

Hal tersebut diduga karena adanya rasa asin yang dimiliki oleh air belerang yang digunakan dalam penelitian, sehingga dapat meningkatkan palabilitas rumput. Seperti uraian sebelumnya, meningkatnya konsumsi BK rumput tersebut diduga ada kaitannya pula dengan pencernaan BK rumput; yaitu bahwa rata-rata pencernaan BK rumput (52.56 ± 5.60 persen) lebih tinggi daripada pencernaan BK rumput + air belerang (47.69 ± 11.84 persen). Uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa penambahan air belerang pada rumput berpengaruh terhadap konsumsi BK secara kuadratik, dengan persamaan $Y = 120.12 - 86.133 x + 44.76 x^2$, ($R^2 = 0.61$). Titik terendah didapatkan pada kadar belerang 0.96 persen dengan konsumsi BK $78.68 \text{ g/kg bb}^{0.75}$ /hari (Gambar 17).



Gambar 17. Pengaruh penambahan berang pada rumput terhadap konsumsi BK pada penelitian III (*in vivo*)



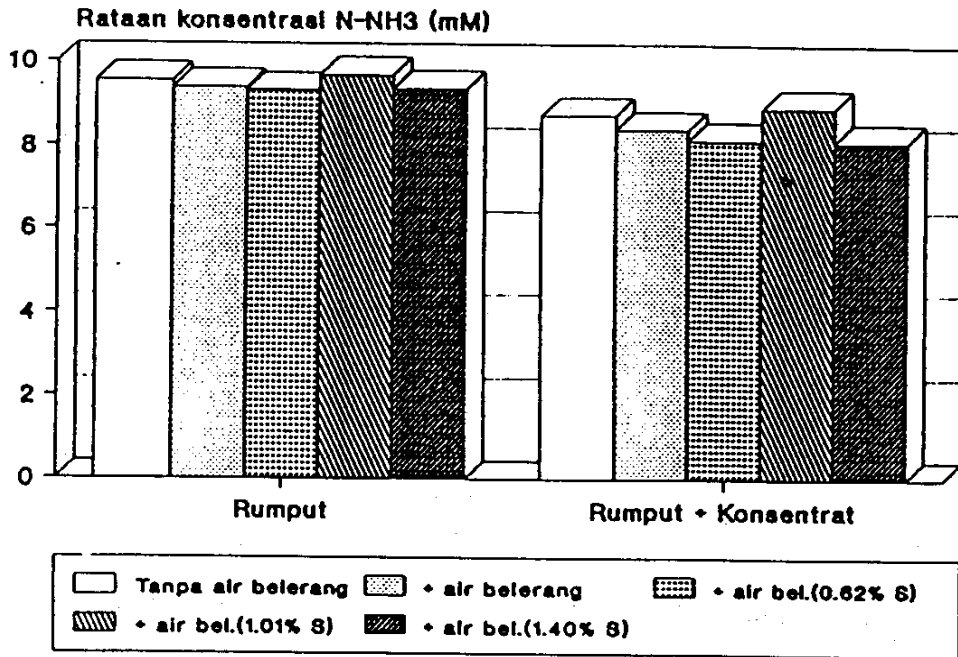
Gambar 18. Pengaruh penambahan air berang pada rumput + konsentrat terhadap konsumsi BK pada penelitian III (*in vivo*)

Pemberian rumput + konsentrat pengaruhnya juga bersifat kuadratik dengan persamaan $y = 166.17 - 139.94 x + 56.85 x^2$, ($R^2 = 0.95$); titik terendah didapatkan pada kadar belerang pakan 1.23 persen dengan konsumsi BK $80.60 \text{ g/kg bb}^{0.75}$ /hari (Gambar 18).

Konsentrasi N-NH₃

Rataan konsentrasi N-NH₃ berkisar dari $8.11 \pm 0.24 \text{ mM}$ (rumput + konsentrat + air belerang, kadar belerang 1.40 persen) sampai dengan $9.68 \pm 0.58 \text{ mM}$ (rumput + air belerang, kadar belerang 1.01 persen) (Lampiran 1). Satter dan Slyter (1974) melaporkan bahwa pertumbuhan mikroba rumen mencapai maksimum pada konsentrasi amonia 5-8 mgN/100 ml (3.57-5.71 mM) sedangkan Leng dan Nolan (1984) melaporkan bahwa pertumbuhan mikroba rumen mencapai optimal pada konsentrasi amonia 15-20 mg N/100 ml (10.71-14.28 mM). Dengan demikian hasil rataaan N-NH₃ dalam penelitian ini berada dalam kisaran hasil kedua peneliti tersebut. Konsentrasi N-NH₃ dalam penelitian tahap III lebih rendah dari hasil penelitian Suhartati dan Trisnawati (1996), menggunakan kambing kacang yang diberi ransum + kunyit atau temu putih secara *in vitro*; dalam penelitian tersebut diperoleh hasil 11.27 - 12.80 mM. Perbedaan tersebut terjadi karena produksi N-NH₃ dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis hewan dan jenis ransum (Van Soest, 1982; Czerkawskii, 1986). Hasil N-NH₃ dalam penelitian tahap III (*in vivo*) ini lebih rendah dari hasil penelitian tahap II (*in vitro*). Pada penelitian *in vitro* rataaan konsentrasi N-NH₃ berkisar dari $25.40 \pm 8.19 \text{ mM}$ sampai dengan $50.62 \pm 3.66 \text{ mM}$. Perbedaan konsentrasi N-NH₃ antara *in vitro* dan *in vivo* dapat terjadi, diduga karena pada penelitian *in vivo* telah terjadi penyerapan N-NH₃ di dalam rumen, sedangkan pada *in vitro* tidak terjadi penyerapan.

Penambahan konsentrat pada rumput tidak menimbulkan perbedaan konsentrasi N-NH₃ ($P>0.05$) (Tabel 10, Lampiran 10 dan 11), begitu juga penambahan air belerang pada rumput dan rumput + konsentrat (Gambar 19). Kandungan protein rumput (9.50 persen) lebih rendah daripada kandungan protein rumput + konsentrat (13.82 persen), sehingga seharusnya konsentrasi N-NH₃ rumen domba yang diberi rumput relatif lebih rendah daripada yang diberi rumput + konsentrat. Meskipun demikian inkorporasi N-NH₃ ke dalam sel mikroba rumen domba yang diberi rumput juga relatif lebih sedikit daripada yang diberi rumput + konsentrat. Kenyataan tersebut didukung oleh data ekskresi allantoin urin yang ada, yaitu bahwa ekskresi allantoin urin domba yang diberi rumput (28.56 mg/hari) lebih rendah ($P<0.01$) daripada yang diberi rumput + konsentrat (50.91 mg/hari). Oleh karena N-NH₃ digunakan untuk sintesis protein mikroba rumen dengan jumlah yang berbeda, maka selanjutnya mengakibatkan konsentrasi N-NH₃ rumen domba yang diberi rumput tidak berbeda nyata dengan konsentrasi N-NH₃ rumen domba yang diberi rumput + konsentrat. Tidak adanya perbedaan konsentrasi N-NH₃ sebagai akibat penambahan air belerang pada rumput dan rumput + konsentrat dapat juga diterangkan seperti uraian diatas, dan telah terbukti bahwa penambahan air belerang pada rumput dan rumput + konsentrat juga meningkatkan ekskresi allantoin urin. Amonia merupakan sumber nitrogen utama dan sangat penting untuk sintesis protein mikroba rumen (Nolan, 1993). Telah diketahui bahwa 80 persen dari bakteri yang ada di rumen dapat menggunakan amonia sebagai satu-satunya sumber nitrogen untuk pertumbuhan (Maynard *et al.*, 1979). Hasil penelitian *in vitro* menunjukkan bahwa menurunnya konsentrai amonia dalam suatu waktu dapat dipastikan karena terjadinya inkorporasi amonia ke dalam mikroba (Beever, 1993).

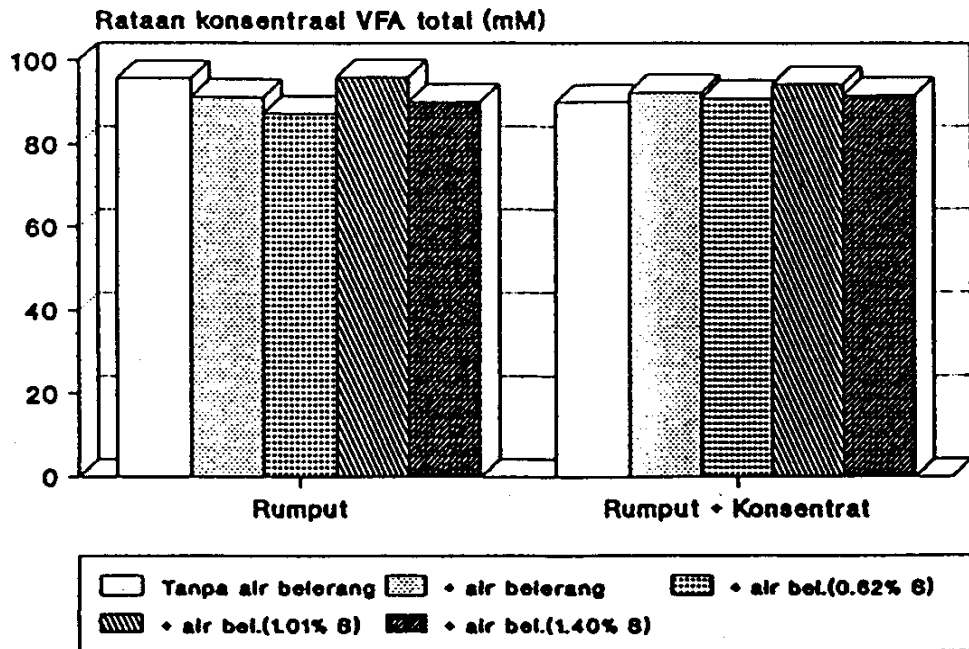


Gambar 19. Rataan konsentrasi N-NH₃ cairan rumen domba pada penelitian III (*in vivo*)

Konsentrasi Asam Lemak Atsiri (VFA) Total

Rataan konsentrasi VFA total berkisar dari 87.47 ± 2.35 mM (rumpuk + air belerang, dengan kadar belerang 0.62 persen) sampai dengan 96.10 ± 6.45 mM (rumpuk + air belerang, dengan kadar belerang 1.01 persen). Rataan tersebut lebih tinggi daripada hasil penelitian tahap II (*in vitro*) yaitu 74.28 mM sampai dengan 80.57 mM dan juga lebih tinggi daripada yang dilaporkan Suryapratama dkk. (1994), yaitu 69.07-71.42 mM, pada kambing kacang yang diberi temu putih. Rataan konsentrasi VFA pada

penelitian tahap III ini berada pada kisaran yang dikemukakan oleh France dan Siddon (1993), yaitu 70-130 mM, tetapi lebih rendah dari hasil penelitian Suhartati dan Trisnawati (1996) secara *in vitro* pada cairan rumen kambing kacang yang diberi temu putih atau kunyit, yaitu 120 -150 mM. Perbedaan konsentrasi VFA dapat terjadi karena model fermentasi ditentukan oleh komposisi populasi mikroba yang sangat dipengaruhi oleh ransum basal, terutama tipe karbohidratnya (France dan Siddon, 1993). Ransum basal yang digunakan dalam penelitian ini berbeda dengan ransum yang digunakan oleh para peneliti tersebut diatas.



Gambar 20. Rataan konsentrasi VFA total cairan rumen domba pada penelitian III (*in vivo*)



Hasil uji dua β menunjukkan bahwa tambahan konsentrat pada rumput tidak mempengaruhi konsentrasi VFA total ($P>0.05$). Begitu juga uji ortogonal kontras dan ortogonal polinomial menunjukkan bahwa tambahan air belerang pada rumput maupun rumput + konsentrat tidak menyebabkan perbedaan konsentrasi VFA total cairan rumen domba ($P>0.05$) (Tabel 10, lampiran 12 dan 13, Gambar 20). Tidak adanya perbedaan konsentrasi VFA dapat disebabkan oleh berbagai proses penggunaan dan penyerapan melalui dinding rumen yang tidak teramati dalam penelitian ini. Hampir semua VFA yang diproduksi diserap melalui dinding rumen (Hungate, 1966).

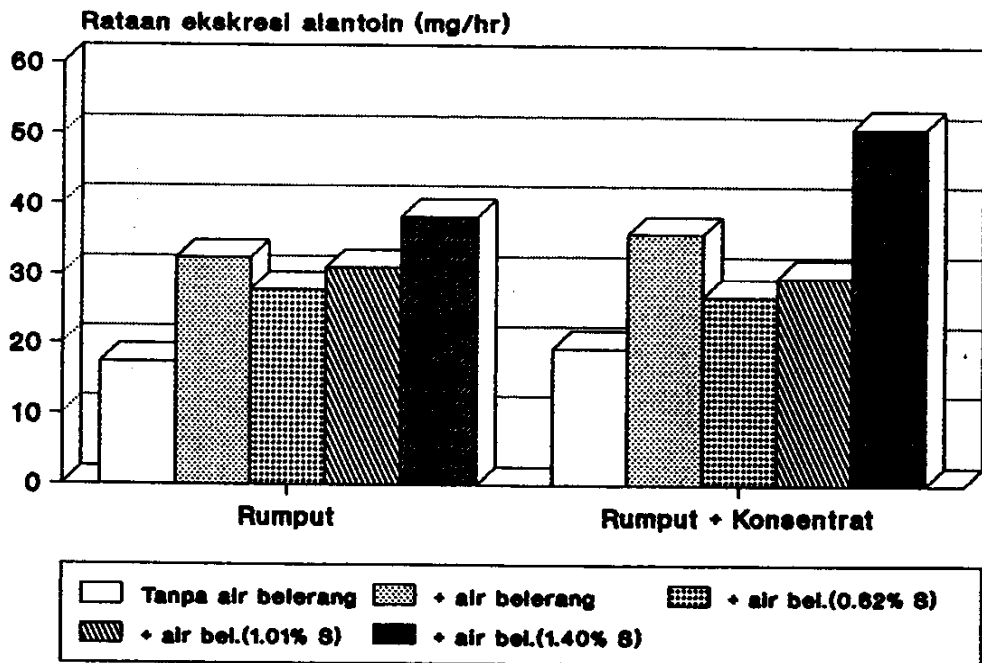
Ekskresi Allantoin Urin

Rataan ekskresi allantoin urin berkisar dari 17.37 ± 0.76 mg/hari (rumpun tanpa ditambah belerang, dengan kadar belerang 0.23 persen) sampai dengan 50.91 ± 2.22 mg/hari (rumpun + konsentrat + air belerang, dengan kadar belerang 1.40 persen).

Hasil uji dua β menunjukkan bahwa tambahan konsentrat pada rumput sangat nyata ($P<0.01$) meningkatkan ekskresi allantoin urin (Tabel 10). Hal ini diduga karena dengan adanya konsentrat maka pasokan zat-zat makanan untuk mikroba rumen lebih tercukupi daripada dengan rumput saja.

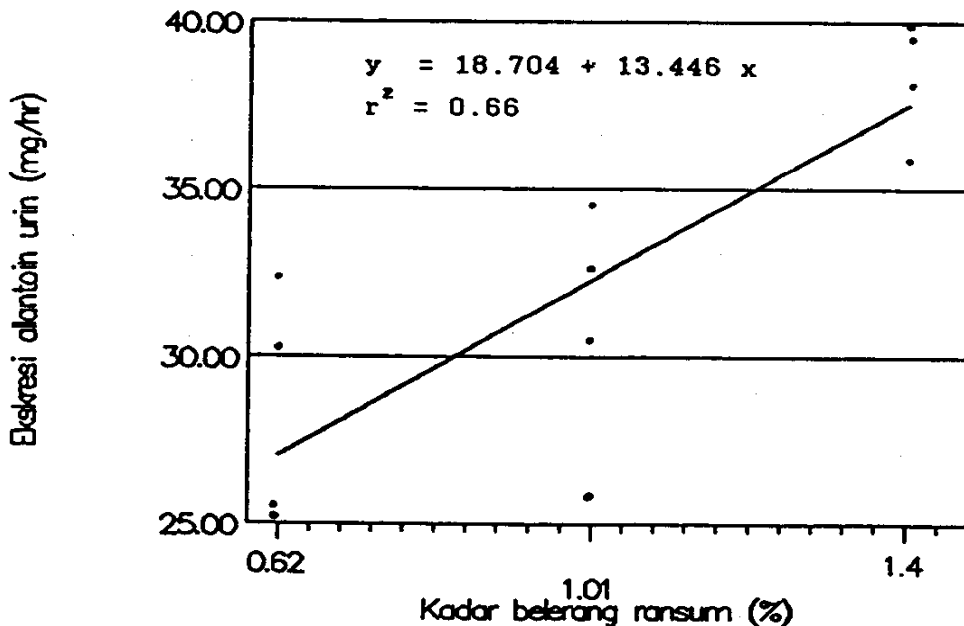
Uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa tambahan air belerang pada rumput maupun RK dapat meningkatkan ekskresi allantoin urin (Lampiran 14 dan 15, Gambar 21). Hal ini diduga karena belerang merupakan elemen yang sangat diperlukan dalam sintesis protein mikroba rumen (Annenkov, 1982; Goodrich dan Garret, 1986), oleh karena itu dengan tambahan air belerang dapat meningkatkan sintesis protein mikroba. Fungsi utama belerang dalam hubungannya dengan mikroba rumen adalah untuk

sintesis asam amino yang mengandung belerang (Durand dan Komisarczuk, 1988). Disamping sebagai prekursor asam amino, tambahan belerang dapat memacu aktivitas mikroba rumen sehingga meningkatkan sintesis proteinnya (Bull dan Vandersall, 1973). Hasil penelitian tahap III didukung oleh hasil penelitian tahap II yaitu bahwa penambahan air belerang pada rumput meningkatkan sintesis protein mikroba secara linier dengan persamaan $Y = 13.571 + 341.288 x$, ($r^2 = 0.41$).

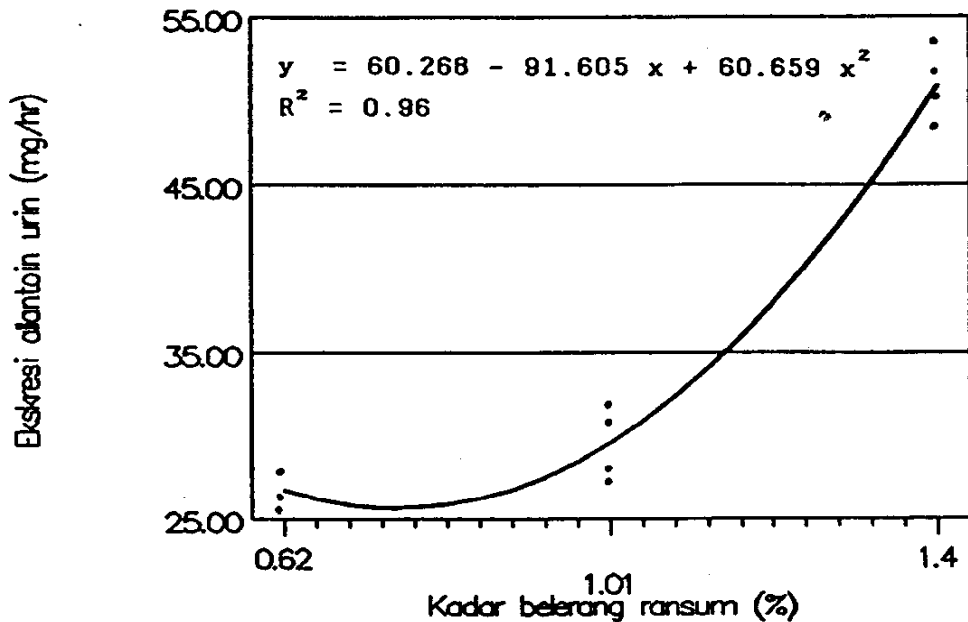


Gambar 21. Rataan ekskresi allantoin urin domba pada penelitian III (*in vivo*)

Uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa penambahan air belerang pada rumput meningkatkan ekskresi allantoin urin secara linier, dengan persamaan $Y = 18.704 + 13.446 x$, ($r^2 = 0.66$) (Gambar 22). Bentuk persamaan tersebut sesuai dengan bentuk persamaan sintesis protein mikroba rumen domba yang diberi rumput + air belerang pada penelitian tahap II, seperti telah diuraikan sebelumnya. Pada RK, penambahan air belerang meningkatkan ekskresi allantoin secara kuadrat dengan bentuk persamaan $Y = 60.268 - 91.605 x + 60.659 x^2$, ($R^2 = 0.96$), titik terendah didapatkan pada kadar belerang 0.76 persen dengan ekskresi allantoin 25.68 mg/hari (Gambar 23).



Gambar 22. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap ekskresi allantoin urin pada penelitian III (*in vivo*)



Gambar 23. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap ekskresi allantoin urin pada penelitian III (*in vivo*)

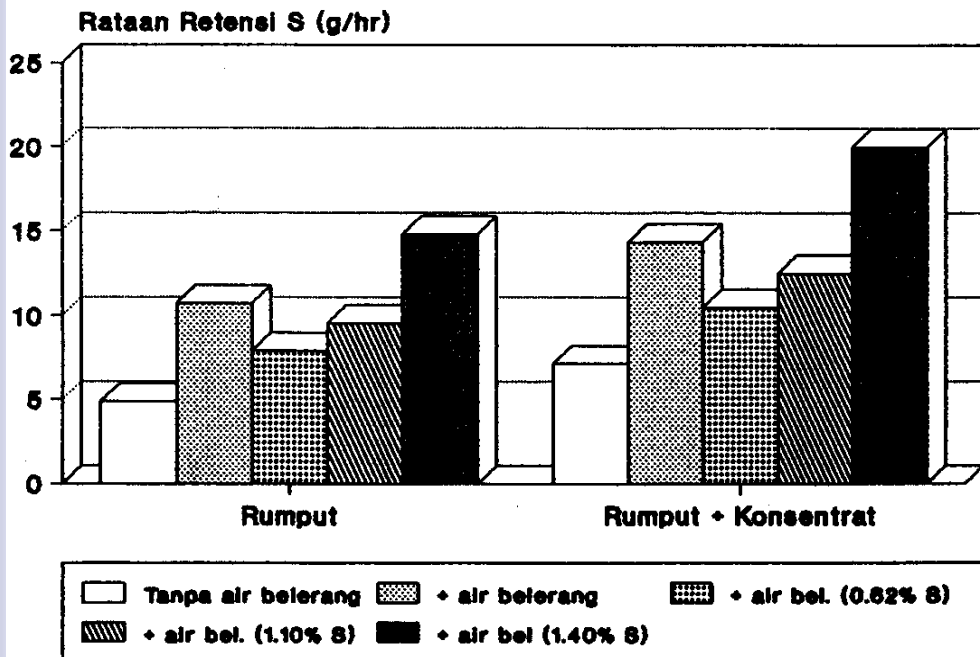
Retensi Belerang

Rataan retensi belerang berkisar dari 4.89 ± 0.60 g/hari (rumput tanpa ditambah belerang, dengan kadar belerang 0.23 persen) sampai dengan 19.86 ± 1.59 g/hari (rumput + konsentrat + air belerang, kadar belerang 1.40 persen) (Lampiran 1).

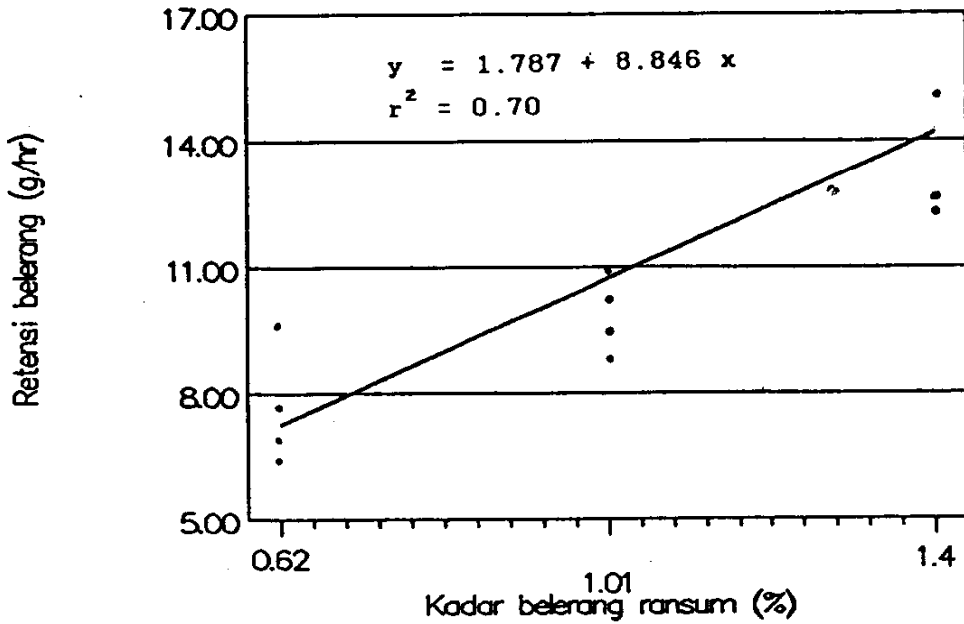
Uji dua β menunjukkan bahwa tambahan konsentrat pada rumput cenderung meningkatkan ($P < 0.10$) retensi belerang (Tabel 10). Hal ini diduga karena dengan adanya tambahan konsentrat, kandungan zat-zat makanan (asam amino berbelerang) ransum meningkat dan diduga menjadi lebih tersedia bagi perkembangan mikroba

rumen, selanjutnya mikroba rumen dimetabolisme dan diretensi oleh hewan inang, sehingga pada perlakuan rumput + konsentrat retensi belerangnya meningkat.

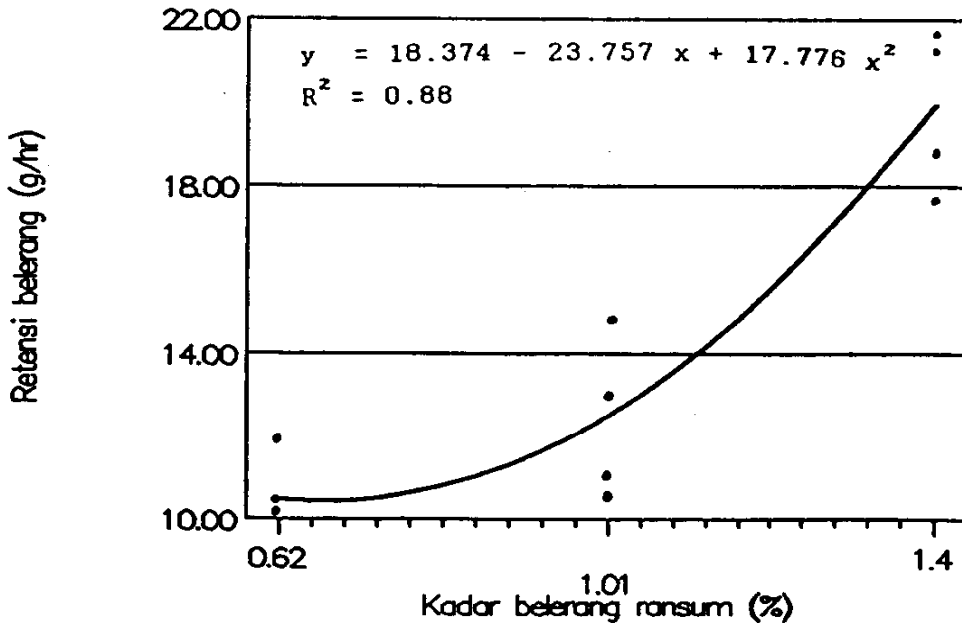
Uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa penambahan air belerang pada rumput maupun RK meningkatkan retensi belerang dan semakin tinggi tambahan air belerang semakin tinggi pula retensi belerangnya (Lampiran 16 dan 17, Gambar 24). Tambahan air belerang pada rumput berpengaruh secara linier terhadap retensi belerang, dengan persamaan $Y = 1.787 + 8.864 x$, ($r^2 = 0.70$) (Gambar 25) dan pada RK berpengaruh secara kuadratik, dengan persamaan $Y = 18.374 - 23.757 x + 17.776 x^2$, ($R^2 = 0.88$); titik terendah didapatkan pada kadar belerang ransum 0.67 persen dengan retensi belerang 10.44 g/hari (Gambar 26).



Gambar 24. Rataan retensi belerang pada penelitian III
(*in vivo*)



Gambar 25. Pengaruh penambahan air bebarang pada rumput terhadap retensi bebarang pada penelitian III (*in vivo*)

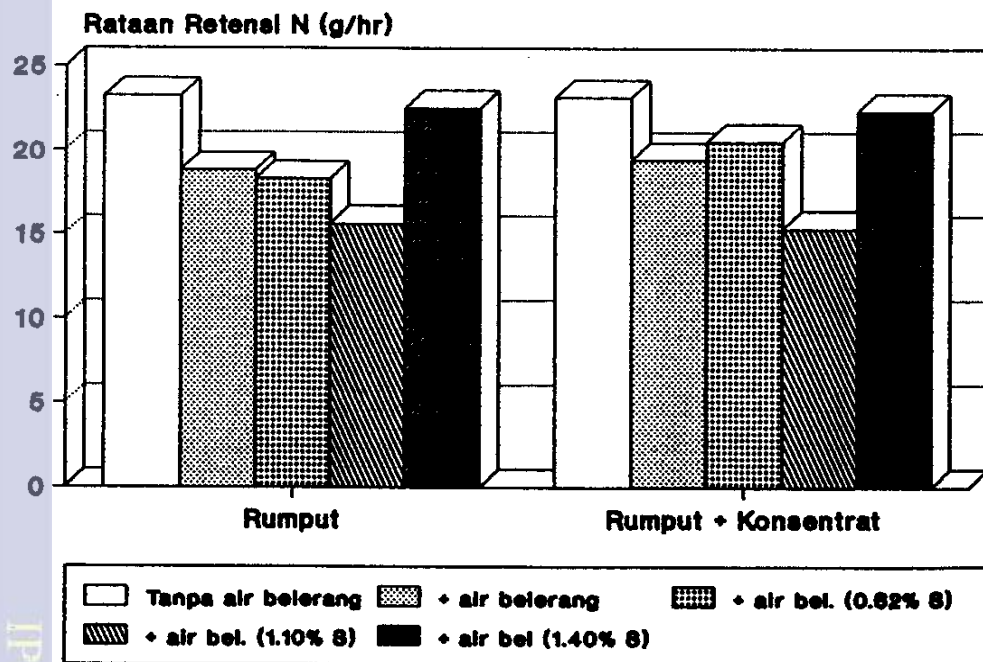


Gambar 26. Pengaruh penambahan air bebarang pada rumput + konsentrat terhadap retensi bebarang pada penelitian III (*in vivo*)

Retensi Nitrogen

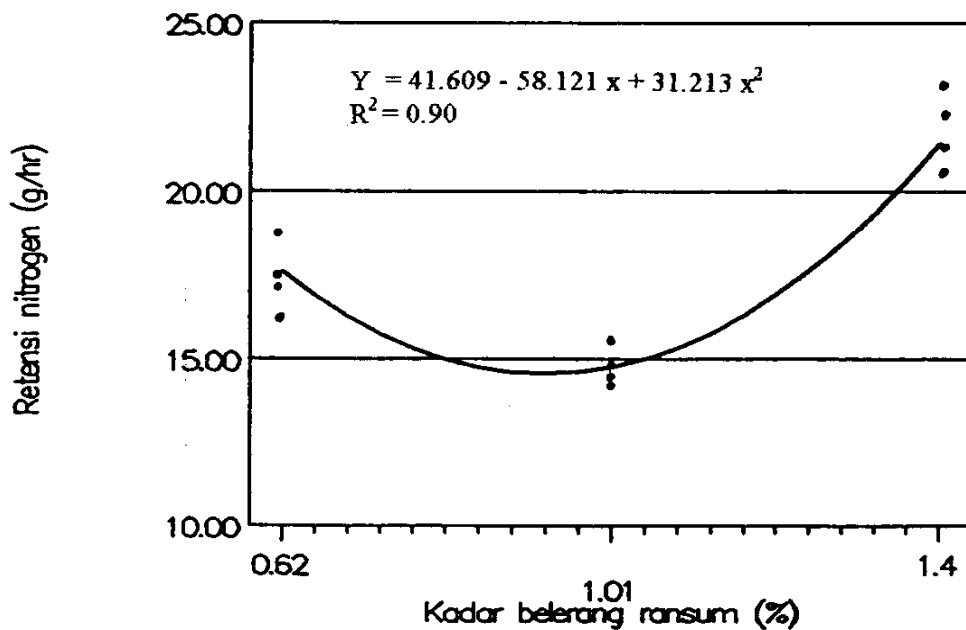
Rataan retensi nitrogen berkisar dari 14.29 ± 1.02 g/hari (rumput + konsentrat + air belerang, dengan kadar belerang 1.01 persen) sampai dengan 22.40 ± 0.83 g/hari (rumput saja, dengan kadar belerang 0.23 persen) (Lampiran 1).

Uji dua β menunjukkan bahwa penambahan konsentrat pada rumput tidak menyebabkan perbedaan yang nyata ($P > 0.05$) terhadap retensi nitrogen (Tabel 10). Uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa penambahan belerang pada rumput maupun RK justru menurunkan retensi nitrogen ($P < 0.01$) (Lampiran 18 dan 19, Gambar 27).



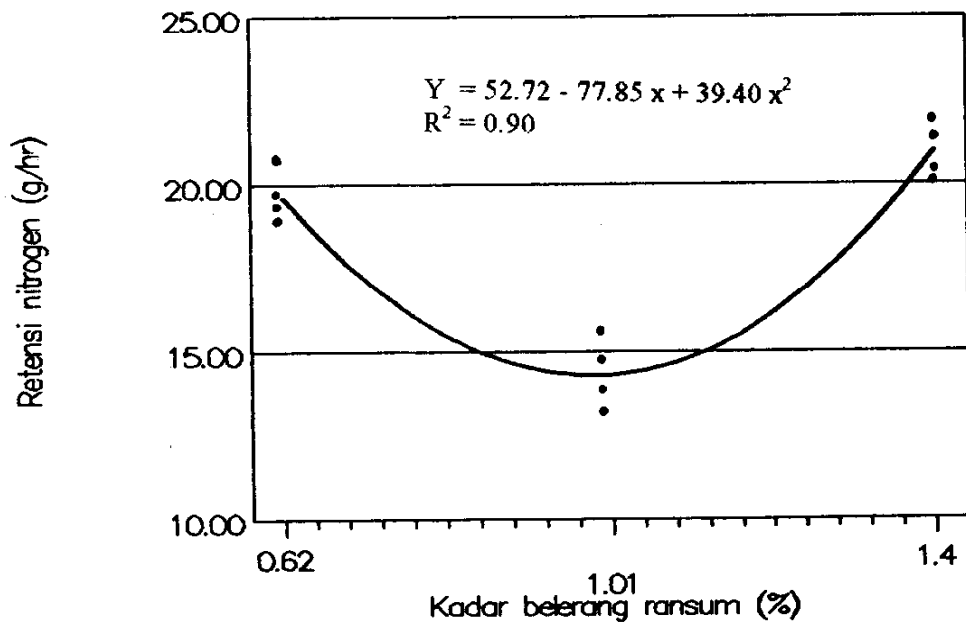
Gambar 27. Rataan retensi nitrogen pada penelitian III
(*in vivo*)

Hal ini diduga karena lebih banyak nitrogen yang dikeluarkan melalui urin, yaitu 53.15 mg/hari untuk rumput tanpa air belerang menjadi 117.35 g/hari dengan adanya tambahan air belerang; pada RK tanpa penambahan air belerang 74.10 mg/hari N yang keluar melalui urin, menjadi 159.17 mg/hari dengan adanya tambahan air belerang. Juga karena meningkatnya tambahan belerang, meningkatkan deposit N dalam bulu; yang disebabkan oleh lebih tingginya produksi bulu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa N yang dideposit dalam bulu 2.84 g/hari untuk rumput saja dan menjadi 3.40 g/hari dengan adanya tambahan belerang.



Gambar 28. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap retensi nitrogen pada penelitian III (*in vivo*)

Uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa meningkatnya tambahan air belerang pada rumput dan RK meningkatkan retensi N meskipun tidak melebihi retensi N ransum tanpa tambahan belerang. Peningkatan tersebut berbentuk kuadratik dengan persamaan $Y = 41.609 - 58.121 x + 31.213 x^2$, ($R^2 = 0.90$); titik terendah didapatkan pada kadar belerang ransum 0.93 persen dengan retensi N 14.55 g/hari untuk rumput (Gambar 28) dan $Y = 52.72 - 77.85 x + 39.403 x^2$, ($R^2 = 0.90$); titik terendah didapatkan pada kadar belerang 0.98 persen, dengan retensi N 14.27 g/hari untuk RK (Gambar 29).

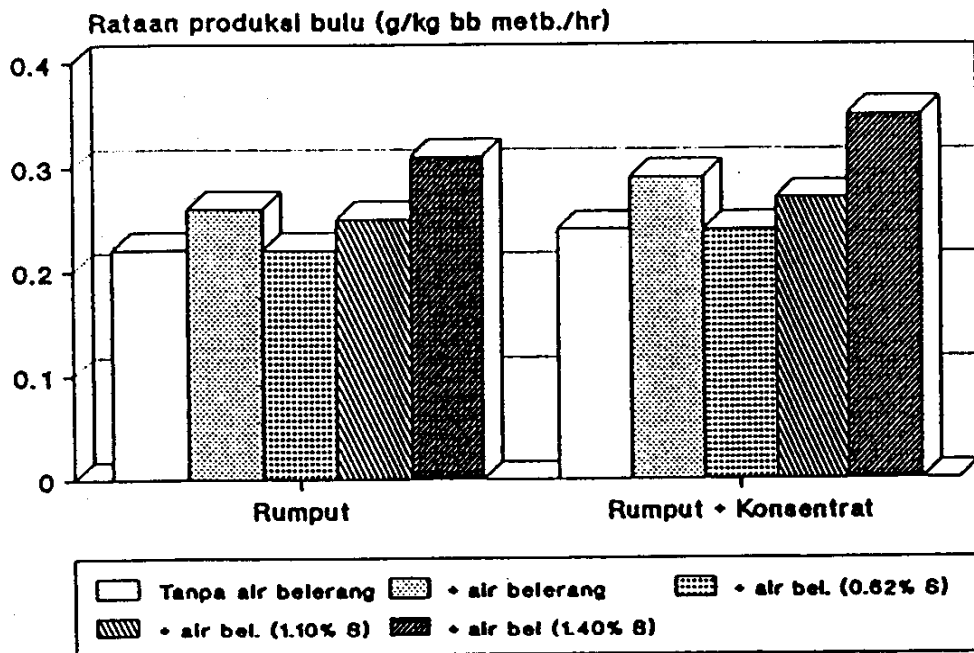


Gambar 29. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap retensi N pada penelitian III (*in vivo*)

Produksi Bulu

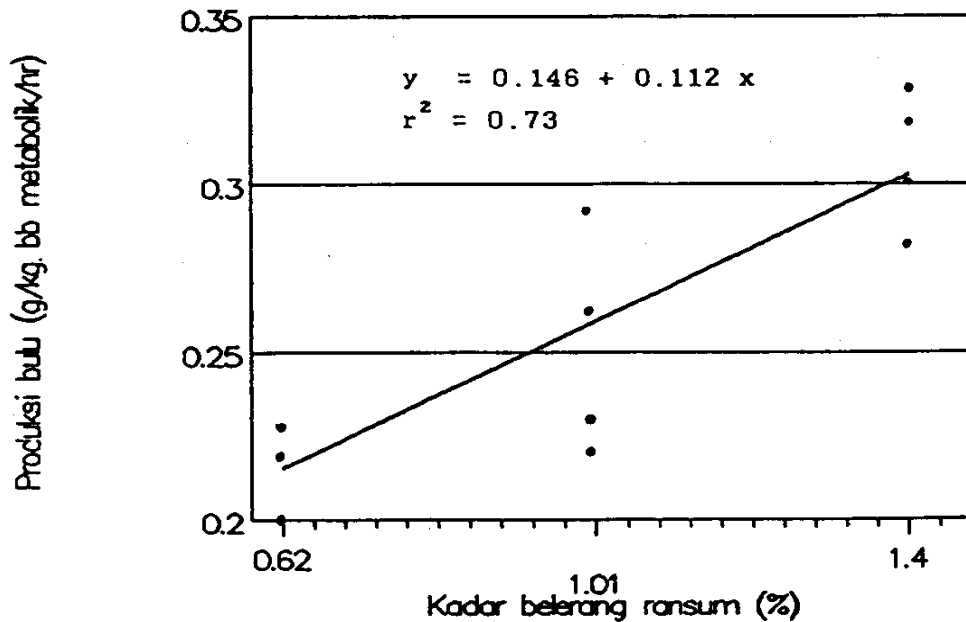
Rataan produksi bulu berkisar dari 0.22 ± 0.01 g/hari (rumput tanpa ditambah air belerang, dengan kadar belerang 0.23 persen) sampai dengan 0.35 ± 0.01 g/hari (rumput + konsentrat + air belerang, kadar belerang 1.40 persen) (lampiran 1).

Hasil uji dua β menunjukkan bahwa pemberian konsentrat cenderung meningkatkan produksi bulu ($P < 0.5$). Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian Yadaf dan Mandokhot (1988) terhadap domba Nali yang diberi pakan jerami yang dipotong-potong, ditambah konsentrat yang dicampur belerang.

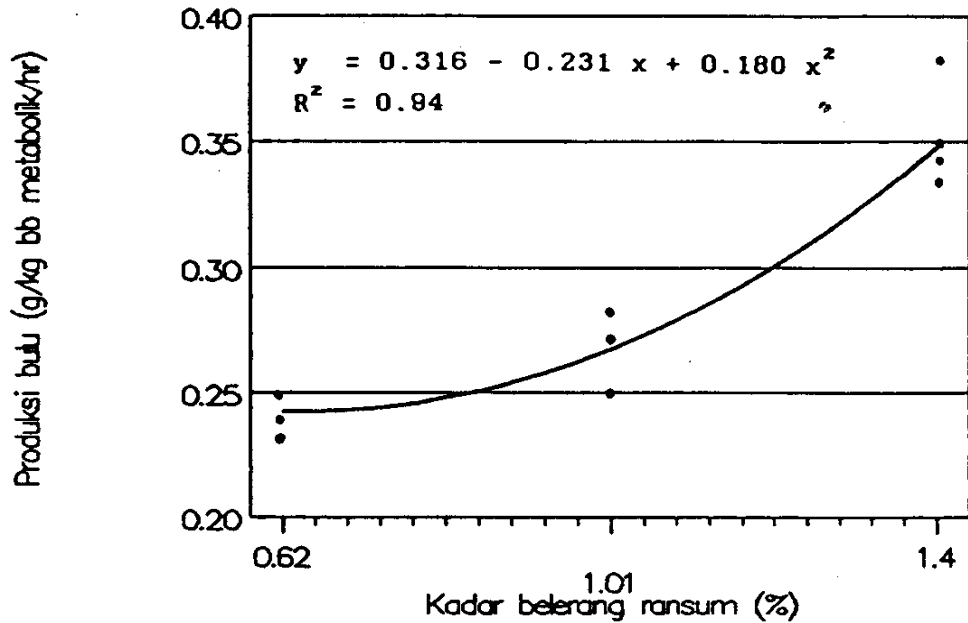


Gambar 30. Rataan produksi bulu pada penelitian III
(*in vivo*)

Uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa penambahan air belerang pada rumput dan RK meningkatkan produksi bulu (Lampiran 20 dan 21, Gambar 30), hal ini diduga karena suplementasi belerang memacu pertumbuhan bulu (Weston *et al.*, 1988). Peningkatan tersebut berbentuk linier dengan persamaan garis $Y = 0.146 + 0.122 x$, ($r^2 = 0.73$) untuk rumput (Gambar 31). Untuk RK responnya berbentuk kuadrat dengan persamaan $Y = 0.316 - 0.231 x + 0.180 X^2$, ($R^2 = 0.94$), titik terendah didapatkan pada kadar belerang ransum 0.64 persen, dengan produksi bulu $0.24 \text{ mg/kg bb}^{0.75}/\text{hari}$ (Gambar 32).



Gambar 31. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap produksi bulu pada penelitian III (*in vivo*)



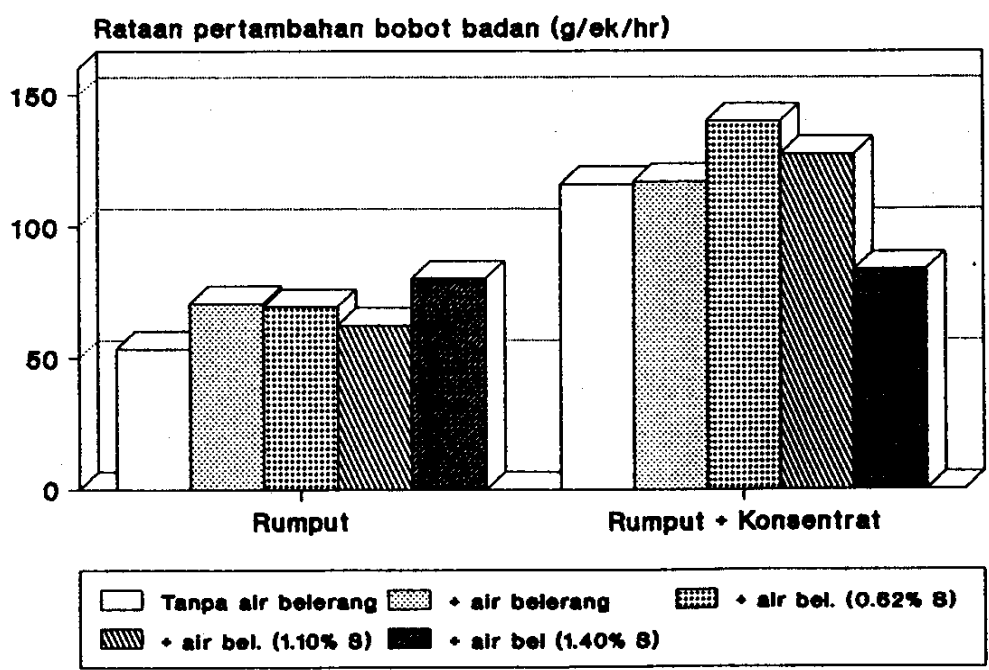
Gambar 32. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap produksi bulu pada penelitian III (*in vivo*)

Pertambahan Bobot Badan

Rataan pertambahan bobot badan berkisar dari 53.57 ± 1.02 g/hari (rumput saja, dengan kadar belerang 0.23 persen) sampai dengan 140.18 ± 5.28 g/hari (rumput + konsentrat + air belerang, dengan kadar belerang 0.62 persen) (Lampiran 1). Hasil tersebut lebih tinggi daripada hasil survei lapang yang dilakukan oleh Thomas dkk. (1982), terhadap domba di pedesaan. Dilaporkan bahwa kenaikan bobot badan harian domba di pedesaan Jawa Barat adalah 20-40 g/hari.

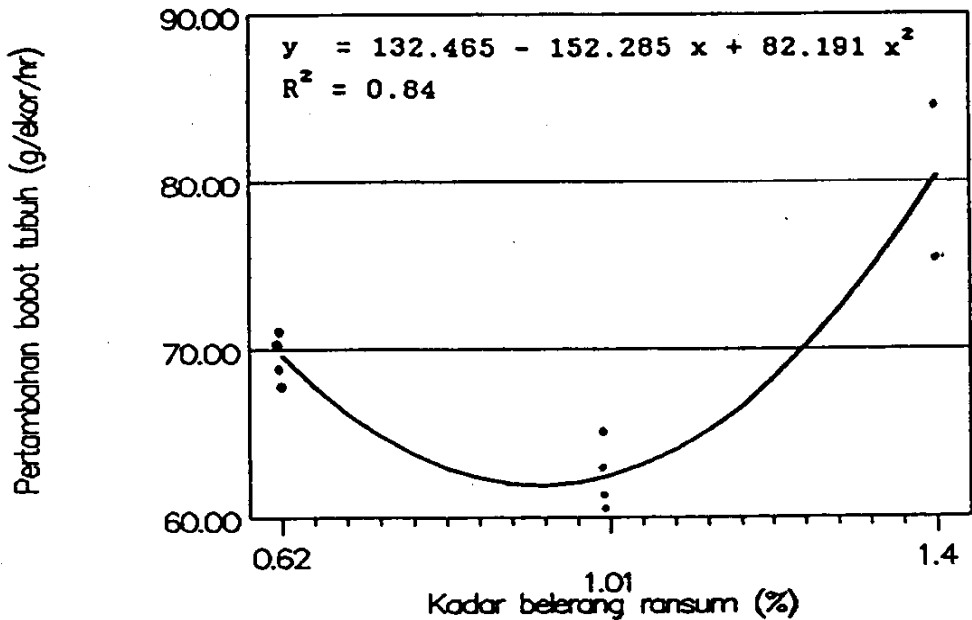
Hasil uji dua β menunjukkan bahwa penambahan konsentrat sangat nyata meningkatkan pertambahan bobot badan ($P < 0.001$). Hal tersebut diduga karena lebih tingginya masukan BK pada RK, disamping karena kandungan zat-zat makanan pada konsentrat lebih tinggi daripada rumput.

Uji ortogonal kontras menunjukkan bahwa penambahan air belerang pada rumput sangat nyata ($P < 0.01$) meningkatkan pertambahan bobot badan domba (Lampiran 22, Gambar 33) dan meningkatnya tambahan air belerang, meningkatkan pertambahan bobot badan. Hal tersebut diduga karena unsur belerang berperan dalam sintesis



Gambar 33. Rataan pertambahan bobot badan domba pada penelitian III (*in vivo*)

protein mikroba rumen (Czerkawski, 1986; Annenkov, 1982; Goodrich dan Garret, 1986), dengan meningkatnya kadar belerang ransum, meningkat pula sintesis protein mikrobanya. Diketahui bahwa protein mikroba rumen merupakan sumber utama protein untuk ruminansia (Ho *et al.*, 1991); dengan demikian peningkatan produksi sel mikroba tersebut meningkatkan pula pasokan protein untuk hewan inang bersama dengan sumber-sumber lainnya yang dapat digunakan untuk pertumbuhan, yang selanjutnya pertambahan bobot badannya tentunya juga meningkat. Peningkatan pertambahan bobot badan tersebut dapat juga disebabkan oleh lebih tingginya konsumsi bahan



Gambar 34. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap pertambahan bobot badan domba pada penelitian III (*in vivo*)

kering rumput sebagai akibat tambahan belerang seperti yang telah diuraikan sebelumnya. Peningkatan pertambahan bobot badan tersebut berbentuk kuadratik, dengan persamaan $Y = 132.465 - 152.285 x + 82.191 x^2$, ($R^2 = 0.84$), titik terendah didapatkan pada kadar belerang 0.93 persen dengan pertambahan bobot badan 61.93 g/ekor/hari (Gambar 34).

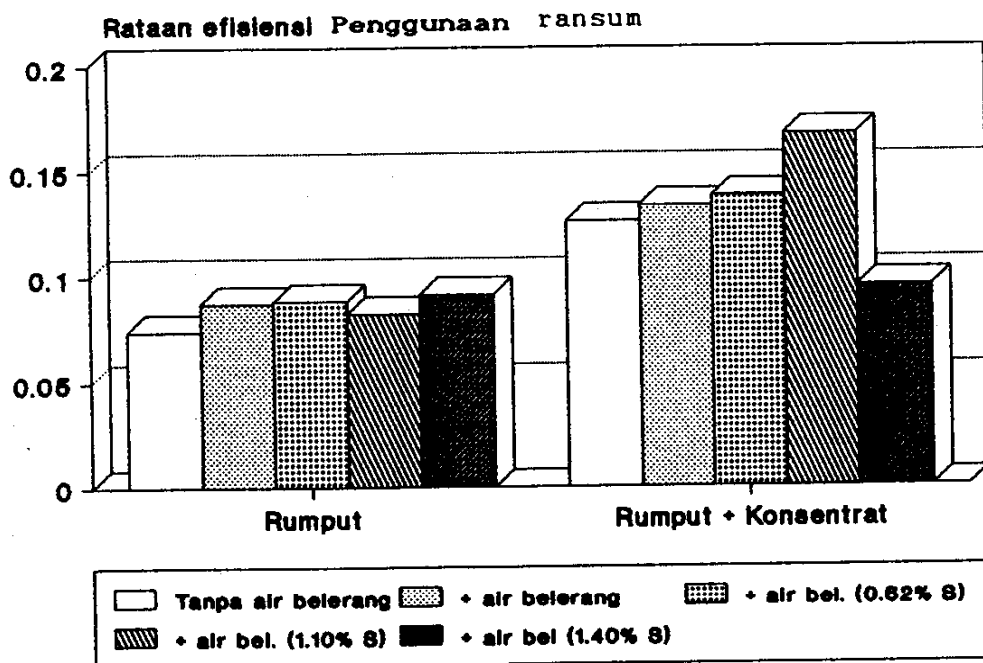
Tambahan air belerang pada rumput + konsentrat (RK) tidak menyebabkan perbedaan bobot badan yang nyata ($P > 0.05$) apabila dibandingkan dengan yang tidak ditambah belerang (Lampiran 22). Hal tersebut diduga karena kandungan zat makanan pada RK sudah mencukupi kebutuhan optimum domba, sehingga meskipun ditambah air belerang pengaruhnya sudah tidak meningkatkan pertumbuhan yang lebih tinggi lagi.

Efisiensi Penggunaan Ransum

Rataan efisiensi penggunaan ransum yang dihitung berdasarkan pertambahan bobot badan dibagi konsumsi bahan kering berkisar dari 0.074 ± 0.003 (rumpun tanpa ditambah air belerang, kadar belerang 0.23 persen) sampai 0.167 ± 0.010 (rumpun + konsentrat + air belerang, kadar belerang 1.01 persen) (Lampiran 1).

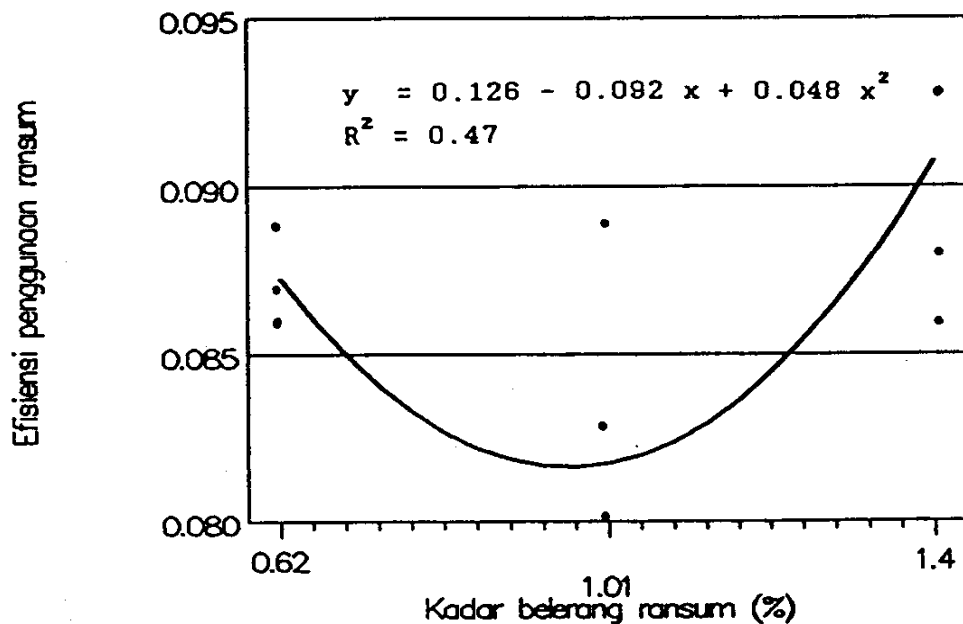
Tambahan konsentrat pada rumput meningkatkan efisiensi penggunaan ransum ($P < 0.10$). Hal tersebut karena kandungan zat makanan pada konsentrat lebih tinggi daripada rumput, dengan demikian produksi dapat ditingkatkan sedemikian rupa sehingga efisiensi penggunaan ransum dapat ditingkatkan. Tambahan air belerang pada rumput sangat nyata ($P < 0.01$) meningkatkan dan penambahan air belerang pada RK nyata meningkatkan ($P < 0.05$) efisiensi penggunaan ransum (Lampiran 24, dan 25, Gambar 35). Seperti telah dijelaskan sebelumnya, penambahan belerang terutama dapat

digunakan oleh mikroba rumen dalam pembentukan asam amino berbelerang, meningkatkan populasi mikroba dalam rumen yang dapat meningkatkan produksi ternak (antara lain pertambahan bobot badan) bersangkutan yang selanjutnya meningkatkan efisiensi penggunaan ransum. Hasil penelitian lapang jelas menunjukkan bahwa domba di Kecamatan Wanaraja (kadar belerang rumput 0.29 persen) mempunyai bobot badan (24 ± 2.55 kg) sangat nyata lebih tinggi ($P < 0.01$) daripada domba di Kecamatan Cilawu (21.38 ± 6.22 kg). Demikian juga pada penelitian tahap II (*in vitro*) diperoleh hasil bahwa penambahan air pada rumput meningkatkan sintesis protein mikroba rumen secara linier dengan persamaan $Y = 13.571 + 341.288 x$.

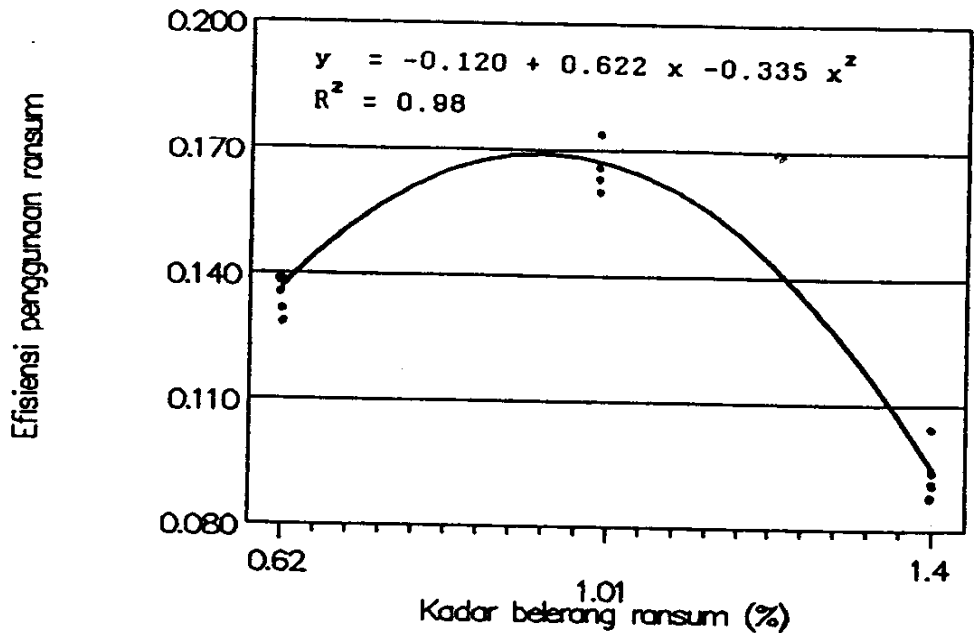


Gambar 35. Rataan efisiensi penggunaan ransum dalam penelitian III (*in vivo*)

Uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa penambahan air belerang pada rumput berpengaruh secara kuadratik terhadap efisiensi penggunaan ransum, dengan persamaan $Y = 0.126 - 0.092 x + 0.048 x^2$, ($R^2 = 0.47$), titik terendah didapatkan pada kadar belerang ransum 0.96 persen dengan efisiensi penggunaan ransum 0.082 (Gambar 36). Penambahan belerang pada RK memperlihatkan pengaruh kuadratik dengan persamaan $Y = -0.120 + 0.622 x - 0.335 x^2$, ($R^2 = 0.98$); titik tertinggi didapatkan pada kadar belerang ransum 0.93 persen dengan efisiensi penggunaan ransum 0.169 (Gambar 37).



Gambar 36. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap efisiensi penggunaan ransum pada penelitian III (*in vivo*)

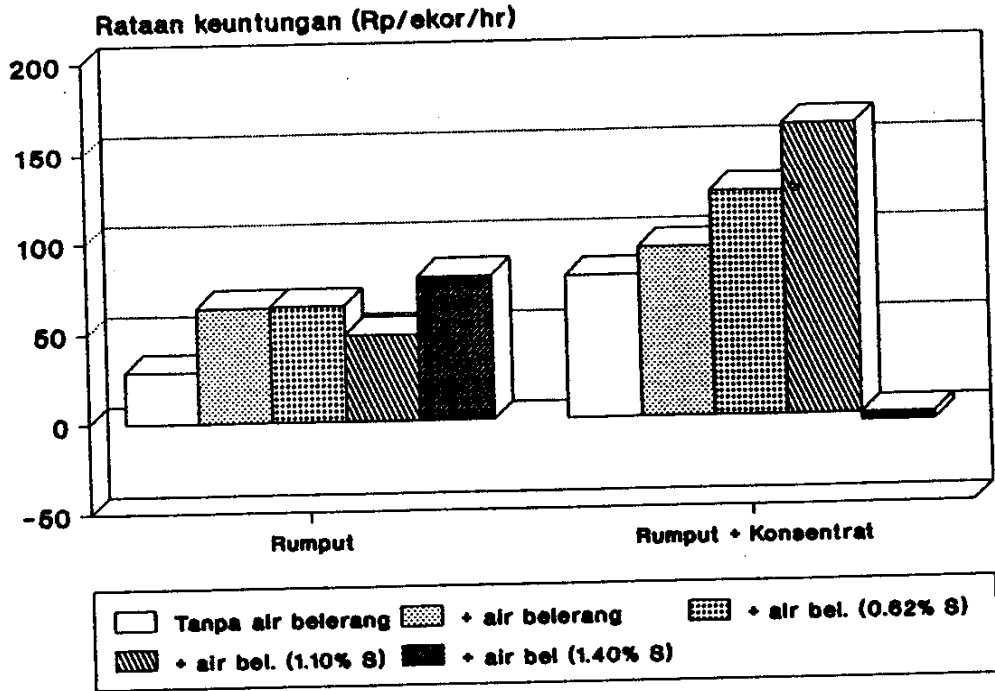


Gambar 37. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap efisiensi penggunaan ransum pada penelitian III (*in vivo*)

Perhitungan Ekonomi

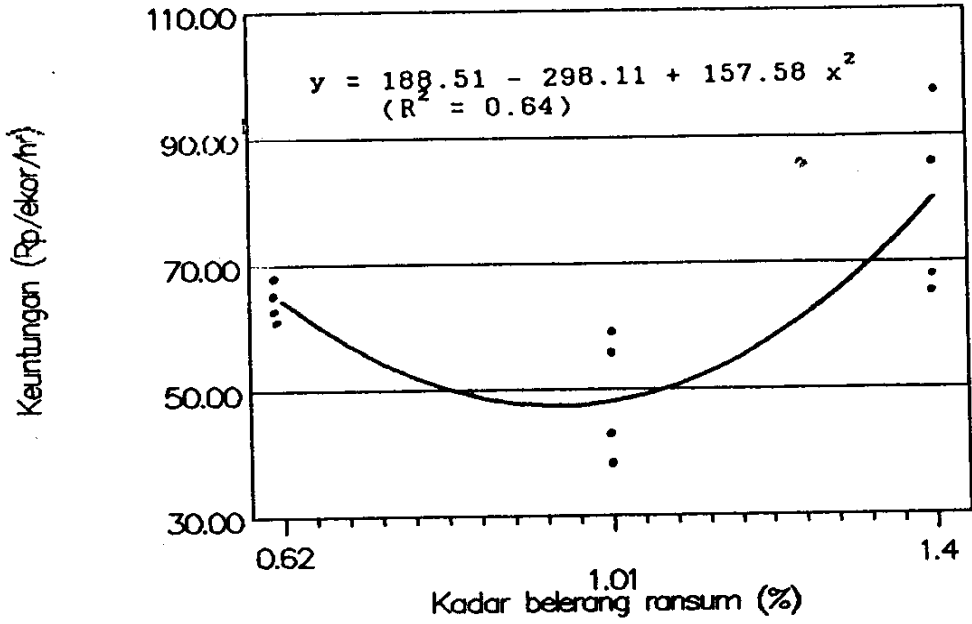
Tujuan dilakukan perhitungan ekonomi adalah untuk melihat berapa rupiah keuntungan yang mungkin didapat oleh peternak bila perlakuan ini dilakukan dalam praktek. Pada saat penelitian dilakukan, harga bahan kering rumput Rp. 182/kg, dan harga bahan kering rumput + konsentrat (RK) Rp. 289/kg, sedangkan harga domba Rp. 3000 kg bobot hidup.

Hasil Uji dua β menunjukkan bahwa tambahan konsentrat dapat meningkatkan keuntungan yaitu dari Rp. 55.32 ± 23.21 /ekor/hari (rumput) menjadi Rp. 90.24 ± 57.50 /ekor/hari dengan adanya tambahan konsentrat (Gambar 38).

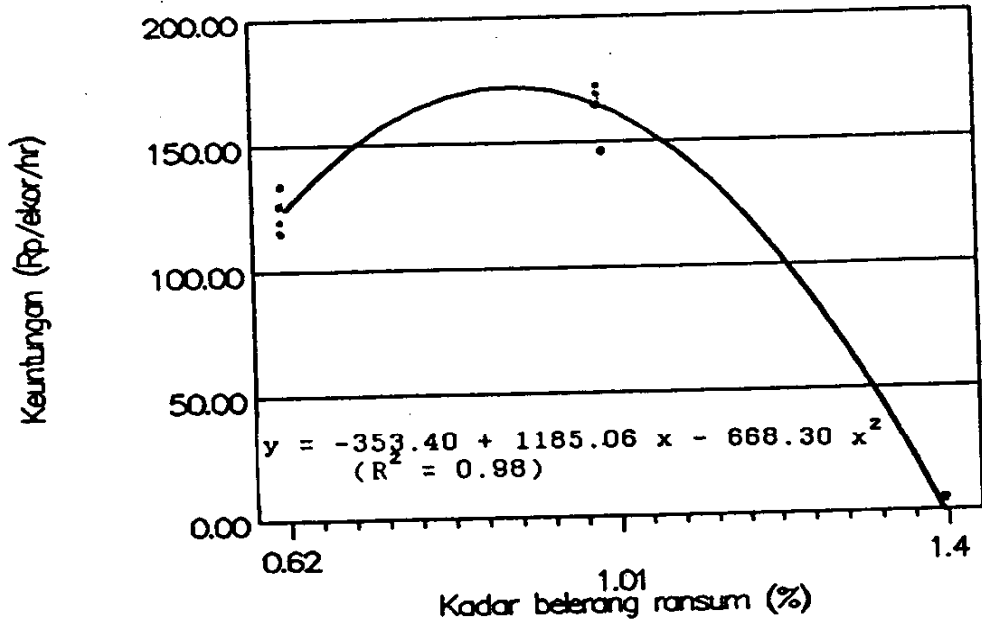


Gambar 38. Rataan keuntungan pada penelitian III (*in vivo*)

Hasil uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa tambahan air belerang pada rumput berpengaruh secara kuadratik terhadap keuntungan per ekor per hari dengan persamaan $Y = 188.51 - 298.11 x + 157.58 x^2$, ($R^2 = 0.64$); titik terendah didapat pada kadar belerang ransum 0.95 persen dengan keuntungan Rp. 47/ekor/hari (Gambar 39). Tambahan air belerang pada RK juga berpengaruh secara kuadratik dengan persamaan $Y = -353.40 + 1185.06 x - 668.30 x^2$, ($R^2 = 0.98$); titik tertinggi pada kadar belerang ransum 0.89 persen dengan keuntungan Rp. 172/ekor/hari (Gambar 40).



Gambar 39. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput terhadap keuntungan pada penelitian III (*in vivo*)



Gambar 40. Pengaruh penambahan air belerang pada rumput + konsentrat terhadap keuntungan pada penelitian III (*in vivo*)

Berdasarkan perhitungan ekonomi yang sangat sederhana tersebut terlihat bahwa keuntungan tertinggi dapat dicapai bila menggunakan rumput + konsentrat + air belerang, dengan kadar belerang 0.89 persen.



DISKUSI UMUM

Hasil penelitian lapang (penelitian tahap I) menunjukkan bahwa daerah aliran air belerang, rumputnya mempunyai kandungan belerang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan yang bukan daerah aliran belerang. Hal ini mempunyai pengaruh yang nyata terhadap penampilan domba di daerah tersebut, seperti protozoa rumen, bobot badan dan produksi bulu, sesuai dengan ciri khas pengaruh positif dari belerang.

Rendahnya populasi protozoa dalam rumen mungkin menguntungkan, karena protozoa disebut-sebut mempunyai pengaruh negatif di dalam rumen, terutama jika ruminansia diberi pakan berkadar protein rendah (Bird *al et.*, 1990), misalnya hijauan. Protozoa dapat menelan dan mencerna bakteri sehingga mengurangi biomass bakteri rumen, yang selanjutnya dapat mengganggu pencernaan zat makanan yang dapat tersedia untuk pertumbuhan bakteri dan hewan inang. Dalam penelitian ini terlihat pula bahwa rendahnya populasi protozoa dalam rumen diikuti dengan lebih tingginya bobot badan dan produksi bulu. Dalam kondisi demikian bakteri dan fungi (sporangium) dapat semakin berkembang. Fungi anaerobik yang sangat penting dalam pencernaan awal serat pakan sangat tergantung pada sumber belerang untuk pertumbuhannya (Preston dan Leng, 1987). Fungsi utama belerang dalam hubungannya dengan mikroba adalah untuk sintesis asam amino yang mengandung belerang (Durand dan Komisarczuk, 1988), dengan demikian pasokan protein untuk hewan inang dapat lebih banyak, yang selanjutnya produktivitas domba (bobot badan dan bulu) meningkat.

Pada percobaan *in vitro* (penelitian tahap II) tidak hanya air belerang yang diuji tetapi juga belerang murni, agar dapat diketahui ada tidaknya pengaruh dari unsur-unsur

lain selain belerang yang terdapat dalam air belerang. Hasil percobaan *in vitro* menunjukkan bahwa konsentrasi asam propionat dan N-NH₃ cairan rumen domba yang diberi rumput tidak berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan yang diberi RDSAT, sedangkan sintesis protein mikroba cairan rumen domba yang diberi rumput sangat nyata lebih tinggi ($P < 0.01$) daripada yang diberi RDSAT. Ketiga peubah tersebut merupakan dasar untuk menentukan level optimal kadar belerang.

Hasil uji ortogonal polinomial menunjukkan bahwa meningkatnya kadar belerang rumput sebagai akibat tambahan air belerang, meningkatkan konsentrasi N-NH₃ cairan rumen secara linier dengan persamaan $Y = 14.923 + 28.112 x$, ($r^2 = 0.35$). Kenaikan konsentrasi N-NH₃ ternyata diikuti dengan kenaikan sintesis protein mikroba cairan rumen secara linier dengan persamaan $Y = 13.571 + 341.288 x$, ($r^2 = 0.41$).

Kenaikan konsentrasi N-NH₃ dapat memberi suatu keuntungan karena amonia merupakan sumber nitrogen utama dan sangat penting untuk sintesis protein mikroba rumen (Nolan, 1993). Meskipun mikroba rumen dapat tumbuh pada konsentrasi amonia yang rendah akan tetapi membutuhkan ATP untuk proses fiksasi amonia ke dalam asam amino mikroba, sedangkan apabila konsentrasi amonia cukup tinggi, tanpa memerlukan ATP, amonia langsung terinkorporasi ke dalam asam amino mikroba. Dengan demikian konsentrasi amonia yang cukup tinggi lebih menguntungkan daripada konsentrasi amonia yang rendah karena energi ATP dapat digunakan untuk keperluan lain (Nolan, 1993). Melalui infusi amonia berlabel ¹⁵N Mathison dan Miligan (1971) dalam Church (1975) menyimpulkan bahwa 50-65 persen N bakteri dan 31-55 persen N protozoa berasal dari amonia rumen. Nolan dan Leng (1972) dalam Church (1975) mendapatkan bahwa 80 persen dari N mikrobial berasal dari amonia dan 20 persen

berasal dari asam amino. Oleh karena itu dalam penelitian ini, kenaikan konsentrasi N-NH₃ diikuti dengan kenaikan sintesis protein mikroba cairan rumen.

Penelitian tahap II juga menunjukkan bahwa kenaikan sintesis protein mikroba rumen berbentuk linier diikuti oleh kenaikan konsentrasi asam propionat cairan rumen secara kuadratik dengan persamaan $Y = 13.326 + 15.232 x - 112.370 x^2$, ($R^2 = 0.40$), titik tertinggi didapatkan pada kadar belerang rumput 0.62 persen dan konsentrasi propionat 18.01 mM. Asam lemak atsiri (VFA) merupakan produk akhir fermentasi karbohidrat dan protein (Perry, 1984), sedangkan proses fermentasi ditentukan oleh aktivitas mikroba rumen. Oleh karena itu kenaikan sintesis protein mikroba rumen dapat diikuti oleh kenaikan konsentrasi asam propionat meskipun tidak secara linier.

Domba tidak hanya membutuhkan protein mikroba sebagai pemasok utama kebutuhan proteinnya, tetapi juga energi yang dalam hal ini asam propionat. Asam propionat di hati diubah menjadi glukosa, 50-80 persen propionat yang diserap dikonversi menjadi glukosa. Hasil konversi tersebut dapat menyumbang 27-30 persen dari total produksi glukosa. Sebagian dari glukosa ini akan digunakan sebagai sumber energi dan disimpan dalam tubuh sebagai glikogen (Riis, 1983). Berdasarkan hasil penelitian dan uraian tersebut diatas maka diambil kesimpulan bahwa level belerang yang optimal yaitu 0.62 persen, yang menjadi dasar perlakuan pada percobaan *in vivo* (penelitian tahap III).

Pada percobaan *in vivo* (penelitian tahap III) ternyata terdapat tiga peubah yang mempunyai pola respon yang serupa yaitu retensi belerang (g/hari), ekskresi allantoin (mg/hr) dan produksi bulu (mg/kg bb^{0.75}/hr). Pengaruh penambahan air belerang jelas terlihat yaitu dengan meningkatnya tambahan air belerang pada rumput dan RK

meningkatkan retensi belerang, ekskresi allantoin dan produksi bulu. Hal tersebut karena dengan meningkatnya tambahan air belerang berarti meningkatkan pasokan belerang untuk mikroba rumen, sehingga mikroba semakin berkembang, selanjutnya mikroba tersebut dimanfaatkan oleh hewan inang, yang dicerminkan oleh meningkatnya ekskresi allantoin. Sebagian dari yang dimanfaatkan tersebut diretensi dalam tubuh dan untuk produksi bulu, sehingga meningkatnya tambahan air belerang, meningkatkan retensi belerang dan produksi bulu.

Tambahan air belerang pada rumput menghasilkan pola respon yang serupa terhadap empat peubah yang diukur yaitu konsumsi bahan kering ($\text{gr.kg bb}^{0.75}/\text{hr}$), pertambahan bobot badan, (gr/ekor/hr), efisiensi penggunaan ransum dan keuntungan (Rp/ekor/hr). Konsumsi bahan kering mempengaruhi pertambahan bobot badan domba, selanjutnya mempengaruhi efisiensi penggunaan ransum dan keuntungan. Keempat peubah tersebut dipengaruhi oleh tambahan air belerang secara kuadratik. Konsumsi bahan kering terendah pada kadar belerang ransum 0.96 persen ($78.68 \text{ g/kg bb}^{0.75}/\text{hr}$), pertambahan bobot badan terendah pada kadar belerang ransum 0.93 persen (61.93 g/ekor/hr), efisiensi penggunaan ransum terendah pada kadar belerang pakan 0.96 persen (0.082) dan keuntungan terendah pada kadar belerang ransum 0.95 persen (Rp. 47/ekor/hr).

Tambahan air belerang pada rumput + konsentrat (RK), sampai kadar belerang 1.23 persen menurunkan konsumsi bahan kering, sedangkan efisiensi penggunaan ransum dan keuntungan meningkat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ransum yang diberikan mempunyai kualitas yang baik, meskipun konsumsinya menurun tetapi efisiensi penggunaannya meningkat. Efisiensi penggunaan ransum tertinggi dicapai

oleh campuran rumput + konsentrat + air belerang sehingga kadar belerang menjadi 0.93 persen (0.169) dan keuntungan tertinggi dicapai oleh campuran RK + air belerang sehingga kadar belerang menjadi 0.89 persen (Rp. 172/ekor/hari).

Oleh karena dalam suatu usaha yang menjadi tujuan adalah keuntungan maka level optimal pada percobaan *in vivo* dicapai oleh ransum campuran rumput + konsentrat + air belerang sehingga kadar belerang menjadi 0.89 persen.



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Air belerang dapat bermanfaat bagi ternak domba secara langsung maupun tidak langsung.
2. Level optimal penggunaan belerang secara langsung dicapai oleh rumput + konsentrat, dengan kadar belerang 0.89 persen.

Saran

1. Pada daerah yang mempunyai sumber air belerang atau yang ada hubungannya dengan belerang (0.89 persen) seyogyanya dikembangkan usaha peternakan domba.
2. Perlu adanya penelitian tentang kemungkinan pengembangan peternakan domba import sebagai penghasil bulu dengan kualitas yang baik pada wilayah pengunungan yang berbelerang.

DAFTAR PUSTAKA

Allen, J.D. and J.M. Gawthorne. 1987. Involvement of The Solid Phase of Rumen Digesta in The Interaction Between Copper, Molibdenum and Sulphur in Sheep. *Br. J. Nutr.* 58: 265-270.

Annenkov, B.N. 1982. Mineral Feeding of Sheep. *In: Mineral Nutrition of Animals.* V.I. Georgievskii (Editor), Butterworths - London - Boston - Sydney - Durban - Wellington - Toronto. p.321-352.

AOAC. 1992. Official Methods of the Analysis of the Association of the Official Agricultural Chemists. Washington.

ARC. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough.

Arora, S.P. 1989. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Hal.41-44.

Baldwin, R.L. and J. Allison. 1983. Rumen Metabolism. *J. Anim. Sci.* 57: 461-477.

Banerjee, G.C. 1980. Animal Nutrition. Oxford and IBH Publishing Co. Calcuta - Bombay - New Delhi.

Beever, D.E. 1993. Rumen Function. *In: Quantitative Aspect of Ruminant Digestion and Metabolism.* J.M. Forbes and J. France (Editors). CAB International, Wallingford. p.187-218.

Bergen, W.G. and M.T. Yokoyama. 1977. Productive Limits to Rumen Fermentation. *J. Anim. Sci.* 46: 573-584.

Bergman, E.N. 1983. The Pools of Cellular Nutrients : Glucosa. *In: Dynamic Biochemistry of Animal Production.* P.M. Riis (Editor). Elsevier - Amsterdam - Oxford - New York - Tokyo. p.173, 194.

Bird, P.R. 1972. Sulphur Metabolism and Excretion Studies in Ruminants IX. Sulphur, Nitrogen and Energy Utilization by Sheep Fed a Sulphur Deficient and Sulphate Supplemented Roughage Based Diet. *Aust. J. Biol. Sci* 25: 1073-1098.

Bird, S.H., J.V. Nolan and R.A. Leng. 1990. The Nutritional Significance of Rumen Protozoa. *In: The Rumen Ecosystem.* S. Hoshino, R. Onodera, H. Minato and H. Itabashi (Editors). Japan Scientific Societes Press. Tokyo p.151-160.

- Bull, L.S. and J.H. Vandersall. 1973. Sulfur Source for *In vitro* Cellulose Digestion and *In vivo* Ration Utilization, N Metabolism and Sulfur Balance. *J. Dairy Sci.* 36:106-112.
- Brockman, R.P. 1993. Glucose and Short-chain Fatty Acid Metabolism. *In: Quantitative Aspect of Ruminant Digestion and Metabolism.* J.M. Forbes and J. France (Editors). CAB International, Wallingford. p.249-269.
- Bugaut, M. 1987. Occurrence, Absorption and Metabolism of Short Chain Fatty Acids in the Digestive Tract of Mammals. *Comp. Biochem. Physiol.* 86B:439-472.
- Chazim, M., A.R. Hasan dan S. Dendy. 1993. Geologi Panas Bumi Daerah Saga-laheang Kabupaten Subang Jawa Barat. Departemen Pertambangan dan Energi. Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral. Direktorat Vulkanologi, Bandung.
- Church, D.C. 1975. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. 1. 2nd ed. D.C. Church. Portland, Oregon. p.99-114.
- Conn, E.E., P.K. Stumpf, G. Bruening and R.H. Doi. 1987. Outlines of Biochemistry. John Willey and Sons. New York Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. p.505-521.
- Czerkawski, J.W. 1986. An Introduction to Rumen Studies. Pergamon Press. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt. p.127-149.
- Davendra, C. and G.B. McLeroy. 1982. Goat and Sheep Production in The Tropics. Longman Group Limited. Harlow, Essex, UK. p.165-222.
- Davies, H.L. 1982. Intake and Macronutrient (Vitamin and Mineral). *In: A Course Manual in Nutrition and Growth.* H.L. Davies (Editor). Australian University International Development Program (AUIDP), Australian Vice Chancellor' Committee, Sydney. p. 47-71
- Dick, A.T., D.W. Dewey and G.M. Garthrone. 1975. Thiomolybdate and The Copper Molybdenum-Sulphur Interaction in Ruminant Nutrition. *J. Agr. Sci.* 85: 567-568.
- Durand, M. and S. Komisarczuk. 1988. Influence of Major Mineral on Rumen Microbiata. *J. Nutr.* 118: 249-260.
- Ensminger, M.E., J.E. Oldfield and V.M. Heinemann. 1990. Feeds and Nutrition. 4nd. ed. The Ensminger Publishing Company California.
- Erwanto. 1992. Efek Zeolit Beramonium Terhadap Parameter Metabolisme Mikropa Rumen. Tesis. Program Pascasarjana IPB., Bogor.

- Fenn, P.D. and R.A. Leng. 1989. Wool Growth and Sulfur Amino Acid Entry Rate in Sheep Fed Roughage Based Diets Supplmented With Bentonite and Sulfur Amino Acids. *Aust. J. of Agric.* (40)4:889-896.
- Fontey, G., K.N. Joblin and A. Bronlee. 1990. Contribution of Anaerobic Fungi to Rumen Fungtion. *In: Hoshino, S., Ryoji Onodera, H. Minato and H. Itabashi (Editors). The Rumen Ecosystem . Japan Scientific Societies Press. Tokyo. p.93-100.*
- France, J. and R.C. Siddon. 1993. Volatile Fatty Acid Production. *In: Quantitative Aspect of Ruminant Digestion and Metabolism. J.M. Forbes and J. France (Editors). C.A.B. International, Wallingford. p.107-121.*
- Garrigus, U.S. 1970. The Need for Sulfur in The Diet of Ruminants. *In: Symposium: Sulfur in Nutrition. O.H.D.V.M. Muth and J.E. Oldfield (Editors). The Avi Publishing Company, Inc, Westport, Connecticut. p.128-156.*
- Gatenby, R.M. 1986. Sheep Production in The Tropics and Subtropics. Longman Group Limited. London and New York. p.118-120.
- General Laboratory Prosedures. 1966. University of Wisconsin, Madison.
- Gene, P.G., J.D. Ward and J.W. Spears. 1994. Effect of Dietary Copper, Iron and Molybdenum on Growth and Copper Status of Beef Cows and Calves. *J. Anim. Sci.* 72:2722-2727.
- Georgievskii, V.I. 1982. The Physiological Role of macroelement Mineral. *In: Mineral Nutrition of Animal. Georgievskii, V.I. (Editor). Butterworths - London - Boston - Sydney- Durban - Wellington - Toronto p.91-170.*
- Girindra, A., D.T.H. Sihombing dan B. Soewardi. 1972. Metabolisme Mineral: Aspek Mineral Dalam Tubuh Hewan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. p.63-68.
- Glorida, P.S., Darwati, T. Herlina dan E. Julaeaha. 1991. Karakteristik Kimia Air dari Sumber Airpanas Maribaya, Ciater, dan Cipanas Garut. *Majalah Ilmiah Universitas Pajajaran, Bandung. (9):15-22.*
- Goodrich, R.D. and J.E. Garret. 1986. Sulfur in Livestock Nutrition. *In: Sulfur in Agriculture. M.A. Tabatabai. (Editor). p.101-108.*
- Hawk's. 1976. Physiological Chemistry. Oser, B.L. (Editor). 14th ed. Tata McGraw-Hill Publishing Company LTD., New Delhi.
- Ho, Y.W., N. Abdullah and S Jalaludin. 1990. Invasion and Colonization by Anaerobic Rumen Fungi. *In: The Rumen Ecosystem. Hoshino, S., R. Onodera, M. Minamoto and H. Itabashi (Editors). Japan Scientific Societies Press. Tokyo. p.101-108.*

- Hungate, R.E. 1966. *The Rumen and Its Microbes*. Academic Press Inc. (London) Ltd. New York and London. p.353-374.
- Jouany, J.P. 1991. *Rumen Metabolism and Ruminant Digestion*. Institut National De La Recherche Agronomique, Paris.
- Kahlon, T.S., J.C. Meiske and R.D. Goodrich. 1975. Sulfur Metabolism in Ruminants. I. *In vitro* availability of Various Chemical Forms of Sulfur. *J. Anim. Sci.* 41: 1147.
- Kandyliis, K. 1984. Toxicology of Sulfur in Ruminants: Review. *J. Dairy Sci.* 67:2179-2187.
- Kandyliis, K. and A.C. Bray. 1987. Effect of Variation of Dietary Sulfur on Movement of Sulfur in Sheep Rumen. *J. Dairy Sci.* 1 (70):40-49.
- Kartokusumo, W.S. 1974. *Eksplorasi Panasbumi Daerah Bandung Jawa Barat*. Direktorat Vulkanologi, Bandung.
- Kumar, D.S, and S.K. Bhatia. 1985. Rumen Metabolism Profile, Aminotransferase and Nutrient Utilization in Cattle as Influenced by Dietary Nitrogen and Sulfur Inputs. *Indian J. Anim. Sci.* 55:1070-1076.
- Lee, G.J. and A.J. Williams. 1993. Relationship of Feed Intake with Cystine Availability and Wool Growth in Merino Wethers. *Aust. J. Agric. Res.* 44:973-991.
- Leng, R.A. and J.V. Nolan. 1984. Nitrogen Metabolism in The Rumen. *J. of Dairy Sci.* 67:1072-1089.
- Lloyd, L.E., B.E. McDonald and E.W. Crampton. 1978. *Fundamentals of Nutrition*. W.H. Freeman and Company, San Fransisco.
- Lowe, R. 1988. *IPB/Australia. Advanced Technical Training Course. Instrumentation and Analitical Chemistry*. BPT. Laboratories. Ciawi - Bogor.
- Lowrence, T.L.J. 1980. *Growth in Animals*. Redwood Burn Limited. Trowbrige and Eshes. Butterworths, London, Boston, Sydney, Wellington, Durban, Toronto.
- Markiewicz, K., M. Bronicki, A. Luczak and R. Kowalzyk. 1988. Effect of Zinc and Sulphur Administration on Health and Performance of Sheep. *Medycyana-Wateryna - Ryjna*.
- Martin, S.A. 1994. Nutrient Transport by Ruminant Bacteria: A Review. *J. Anim. Sci.* 72:3019-3031.

- Masters, D.G., C.A. Stewart and P.J. Connell. 1993. Changes in Plasma Amino Acid Patterns and Wool Growth During Late Pregnancy and Early Lactation in The Ewe. *Aust. J. Agric. Res.* 44:945-957.
- Maurice, B. 1987. Occurrence, Absorption and Metabolism of Short Chain Fatty Acids in The Digestive Tract of Mammal. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 86 B (3):439-472.
- Maynard, L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz and R.G. Warner. 1979. Animal Nutrition. Seventh Edition. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Daelhi.
- McDonald, P., R.A. Edwards and J.F.D. Greenhalgh. 1978. Animal Nutrition. 2th ed. Longman, London.
- McDonald, P., R.A. Edward and J.F.D. Greenhalgh. 1988. Animal Nutrition. 4th ed. Longman Group (FE) Ltd. Hongkong.
- Miron, J., R. Solomon, E. Yoset and D. Ben-Gedhalia. 1990. Carbohydrate Digestibility and Nitrogen Metabolism in Sheep Untreated or Sulphur Dioxide-Treated Wheat Straw and Poultry Litter. *J. Agric. Sci.* (114) 1:115-121.
- Moir, R.J. 1970. Implication of The N : S ratio and Differential Recycling. *In: Symposium : Sulfur in Nutrition.* Muth, O.H.D.V.M. and J.E. Oldfield (Editors). The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. p.165-195.
- Nolan. 1993. Nitrogen Kinetics. *In: Quantitative Aspect of Ruminant Digestion and Metabolism.* J.M. Forbes and J. France (Editors). C.B.A. International Wallingford. p.123-163.
- NRC. 1985^a. Nutrient Requirements of Sheep. 6th ed. National Academy Press. Washington, D.C.
- NRC. 1985^b. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 6th ed. National Academy Press. Washington, D.C.
- Ogimoto, K. and S. Imai. 1981. Atlas of Rumen Microbiology. Japan Scientific Societies Press, Tokyo.
- Onwuka, C.F.I. and A.O. Akinsoyinu. 1989. Effect of Elemental Sulphur Level on Urea-Nitrogen Utilization by West African Dwarf Goats and Sheep. *Tropical Agriculture* 66:158-160.
- Orpin, C.G. 1977. On The Induction of Zoosporogenesis in The Rumen *Phycomycetes N. frontalis, P. Communis and S. Communis.* *J. of Microbiol.* 101:181-189.
- Ørskov, E.R. and I. McDonald. 1980. Utilization of Volatile Fatty Acids for Maintenance and For Energy Metabolism. 1st. Publ. Butterworth, London.

- Peck, H.D. Jr. 1970. Sulfur Requirements and Metabolism of Microorganisms. *In: Symposium : Sulfur in Nutrition*. Muth, O.H.D.V.M. and J.E. Oldfield (Editors). The Avi Publishing Company Inc., Westport, Connecticut. p.61-79.
- Perry, T.W. 1980. Beef Cattle Feeding and Nutrition. Academic Press. New York, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, sao Paulo.
- Perry, T.W. 1984. Animal Life Cycle Feeding and Nutrition. Academic Press. New York, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, Sao Paulo.
- Preston, T.R., and R.A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production System With Available Resources in The Tropic and Sub-tropics. Penabul Books. Armidale. p.46-47.
- Prigge, E.C., J.T. Fox, N.A. Jacquemet, and R.W. Russell. 1993. Influence of Species and Diet Particles From Reticulorumen of Steers. *J. Anim. Sci.* p71:2760-2769.
- Qi, K., C.D. Lu and F.N. Owens. 1992. Sulfat Supplementation of Alpin Goats : Effect of Milk Yield and Composition, Metabolits, Nutrient Digestibilities, and Acid-based Balance. *J. Anim. Sci.* 70:3541-3550.
- Riis, P.M. 1983. Dynamic Biochemistry of Animal Production. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo. p. 75-96.
- Robert, AA. 1981. Short-chain Fatty Acids and The Colon. *Digestive Deseases and Sci.* (26) 2:97-99.
- Robinson, J.A., T.J. Devlin, K.M. Wittenberg and N.E. Stanger. 1 1987. The Influence of Molybdenum and Sulfur on Various Copper Parameters of Afaunated Ram Lambs of Different Sire Breeds. *Can. J. Anim. Sci.* 67:65-67.
- Russel, J.B. and R.B. Hespell. 1981. Microbial Rumen Fermentation. *J. Dairy Sci.* 64:1153-1169.
- Satter, L.D. and L.L. Slyter. 1974. Effect of Amonia Concentration on Rumen Microbial Protein Production *In vitro*. *B. J. Nutr.* 32:194-208.
- Singh, U.B., D.N. Verma, A. Varma and S.K. Ranjhan. 1977. The Relationship Between Rumen Bacterial Growth, Intake of Dry Matter, Digestible Organic Matter and Volatle Fatty Acid Production in Buffalo (*Bos Bubalis*) Calves. *British J. Nutr.* 38:335.
- Slyter, L.L., W Chalupa, R.R. Oltjen and J.M. Weaver. 1986. Sulfur Influence on Ruminant Microorganisms *In vitro* and in Sheep and Calves. *J. Anim. Sci.* 63:1949-1959.

- Slyter, L.L., W. Chalupa and R.R. Oltjen. 1988. Response to Elemental Sulfur by Calves and Sheep Fed Purified Diets. *J. Anim. Sci.* 66:1016-1027.
- Smith, R.H. 1984. Mineral and Rumen Function. In: Nuclear Techniques in Tropical Animal Diseases and Nutritional Disorders. International Atomic Energy Agency. Vienna.
- Sniffen, C.J. and P.H. Robinson. 1987. Microbial Growth and Flow as Influenced by Dietary Manipulations. *J. Dairy Sci.* 70:425-429.
- Spears, J.W., D.G. Ely, L.P. Bush and R.C. Buckner. 1976. Sulfur Supplementation and *In vitro* Digestion of Forage Cellulose by Rumen Microorganism. *J. Anim. Sci.* 43:513-517.
- Spears, J.W., L.P. Bush and D.G. Ely. 1977. Influence of Nitrate and Molybdenum on Sulfur by Calves and Shep Fed Purified Diets. *J. Anim. Sci.* 60:1889-1893.
- Spears, J.W., D.G. Ely and L.P. Bush. 1978. Influence of Supplemental Sulfur on *In vitro* and *In vivo* Microbial Fermentation of Kentucky 31 Tall Fescue. *J. Anim. Sci.* 43:552-560.
- Soewardi, B. 1975. Gizi Ruminansia. Departemen Ilmu Makanan Ternak. Fakultas Peternakan, IPB., Bogor.
- Soetanto, H.I.D. Hume and R.A. Leng. 1985. Importance of Rumen Anaerobic Fungi in Fibre Digestion. In: Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues. R.M. Dixon (Editor). International Development Program of Australia Universities and Collages IDP., Canberra, Australia.
- Sriwana, T. 1985. Penyelidikan Geokimia Gunungapi G Tangkubanparahu, Kabupaten Bandung Jawa-Barat. Direktorat Vulkanologi, Bandung.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Stewart, C.A., D.G. Masters, I.H. Williams and P.J. Powell. 1993. Changes in Plasma Amino Acid Patterns and Wool Growth in Response to Abomasal Injection of Amino Acids During Late Pregnancy and Early Lactation. *Aust. J. Agric. Res.* 44:959-971.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, Suhardi. 1984. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi ketiga. Liberty, Yogyakarta.
- Suhartati, F.M. dan Trisnawati. 1996. Pengaruh Penggunaan Temu Putih (*Curcuma zeodaria*) dan Kunyit (*Curcuma domestica*) Terhadap Biosintesis Protein Mikroorganisme Rumen dan Populasi Protozoa. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

- Suhartati, F.M., W. Suryapratama dan W. Hadi. 1996. Laju Biosintesis Protein Mikroba dan Populasi Protozoa Yang Mendapat Kulit Singkong Fermentasi dengan *Aspergillus oryzae* dan *Aspergillus niger*.
- Sunarso. 1984. Mutu Protein Limbah Agro-Industri Ditinjau Dari Kinetika Perombakannya Oleh Mikroba Rumen dan Potensinya dalam Menyediakan Protein bagi Pencernaan Pasca Rumen. Tesis. Fakultas Pascasarjana, IPB., Bogor.
- Sunoko, H.R., A. Qudri, M. Ridla, W.D.R. Pokatong dan G.E. Wijayanti. 1989. Laporan Peserta Kursus Singkat Analisis Kimia. Life Sciences Inter University Center, IPB., Bogor.
- Suryapratama, W., Amzar, Trisnawati, I. Irawan, M. Samsi. 1994. Pengaruh Penggunaan Temu Putih (*Curcuma zeodaria*) Terhadap Sintesis Protein Mikroba Rumen. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Sutardi, T. 1981. Sapi Perah dan Pemberian Makanannya. Departemen Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, IPB., Bogor.
- Thomas, N., I.W. Mathias, and M. Sabrani. 1982. Smaal Ruminant Production in East Java: Research Methodology and Initial Result. *In: Livestock in Asia, Issue and Policies*. J.C. Fine and R.G. Lattimore (Editors). IDRC-202e. p. 161-166.
- Tilman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdo-soekojo. 1982. Ilmu Makanan ternak Dasar. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Underwood, E.J. 1981. The Mineral Nutrition of Livestock. 2nd. ed. Commonwealth Agricultural Bureaux, London.
- Van Nevel, C.J. and D.I. Demeyer. 1988. Manipulation of Rumen Fermentation. *In: The Rumen Microbial Ecosystem*. P.N. Hobson (Editor). Elsevier Applied Science. London and New York.
- Van der Walt, J.G. 1993. Nitrogen Metabolism of The Ruminant Liver. *Aust J. Agric. Res.* 44:381-403.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of The Ruminant. Ruminant Metabolism, Nutritional Strategies, The Cellulolytic Fermentation and The Chemistry of Forages and Plant Fibers. O & B Books, Inc. Corvallis, Oregon.
- Veira, D.M. 1986. The Role of Ciliate Protozoa in Nutrition of The Ruminant. *J. Anim. Sci.* 63:1547-1560.

- Weston, R.H., J.R. Lindsay, D.B. Purser, G.I.R. Gordon and P. Davies. 1988. Feed Intake and Digestion Responses in Sheep to The Addition of Inorganik Sulfur to a Herbage Diet of Low Sulfur Content. *Aust. J. Agric. Res.* 39:1107.
- Whanger, P.D. and G. Matrone. 1966. Effect of Dietary Sulfur Upon The Production and Absorption of Lactate in Sheep. *Biochem. Biophys. Acta* 124:273.
- Whanger, P.D. and G. Matrone. 1970. Effect of Sulfur Deficiency on Metabolism in Sheep. In: Symposium Sulfur in Nutrition. O.H.D.V.M. Muth and J.E. Oldfields (Editors). The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut. p.153-164.
- Whanger, P.D. 1972. Sulfur in Ruminant Nutrition. *World Rev. Nutr. Diet.* 15:225-255.
- Whanger, P.D., P.H. Weswig and J.E. Oldfield. 1978. Selenium, Sulfur and Nitrogen Levels in Ovine Rumen Microorganisms. *J. Anim. Sci.* (46) 2:515-519.
- White, C.L., D.G. Masters, D.I. Paynter, J. McC. Howell, S.P. Roe, M.J. Barners and J.G. Allen. 1994. The Effect of Supplementary Copper and Mineral Mix on The Development of Lupinosis in Sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 45:279-291.
- Widham, W.R., and D.E. Akin. 1984. Rumen Fungi and Forage Fiber Degradation. *Appl. Environ. Microbiol.* 48:473-476.
- Yadav, K.K. and V.M. Mandokhot. 1988. Effect of Sulphur Supplementation on The Performance of Stall-fed Nali Lambs, Growth Responses, Nutrients and Mineral Utilization. *Indian J. anim. sci.* (58) 7:843.848.

Lampiran 1: Rataan peubah yang diukur dalam penelitian tahap III
(*in vivo*)

Peubah yang diamati	Rumput(% S)		
	Kontrol	0.62	1.01
Konsumsi BK (g/kg bb ^{0.75} /hr)	73.76 ± 2.77	83.92 ± 1.82	78.78 ±
Konsentrasi N-NH3 (mM)	9.54 ± 0.48	9.31 ± 0.43	9.68 ±
Konsentrasi VFA total (mM)	95.66 ± 4.42	87.47 ± 2.35	96.10 ±
Ekskresi Allantoin (mg/hr)	17.37 ± 0.76	27.71 ± 3.48	30.94 ±
Retensi N (g/hr)	22.40 ± 0.83	17.57 ± 0.99	14.75 ±
Retensi S (g/hr)	4.89 ± 0.69	7.88 ± 0.71	9.52 ±
Produksi bulu (g/kg bb ^{0.75} /hr)	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.25 ±
Pertambahan bobot badan (g/ekor/hr)	53.57 ± 1.02	69.64 ± 1.42	62.50 ±
Efisiensi penggunaan ransum	0.074 ± 0.003	0.088 ± 0.009	0.082 ±
Keuntungan (Rp/ekor/hr)	28.87 ± 3.50	64.25 ± 3.56	48.16 ±
		Ransum campuran rumput +	Konsentra
Konsumsi BK (g/kg bb ^{0.75} /hr)	96.50 ± 2.74	101.26 ± 1.82	82.83 ±
Konsentrasi N-NH3 (mM)	8.73 ± 0.45	8.16 ± 0.36	8.92 ±
Konsentrasi VFA total (mM)	90.84 ± 6.50	91.09 ± 1.78	94.35 ±
Ekskresi Allantoin (mg/hr)	19.37 ± 1.38	26.79 ± 2.47	29.63 ±
Retensi N (g/hr)	22.20 ± 0.36	19.60 ± 0.92	14.29 ±
Retensi S (g/hr)	7.11 ± 0.32	10.48 ± 1.12	12.51 ±
Produksi bulu (g/kg bb ^{0.75} /hr)	0.24 ± 0.02	0.24 ± 0.01	0.27 ±
Pertambahan bobot badan (g/ekor/hr)	116.07 ± 1.02	140.18 ± 5.28	127.68 ±
Efisiensi penggunaan ransum	0.125 ± 0.010	0.137 ± 0.007	0.167 ±
Keuntungan (Rp/ekor/hr)	79.08 ± 26.37	124.44 ± 5.65	161.77 ±

01	1.40	Rataan
± 2.39	87.26 ± 3.80	80.93 ± 5.84
± 0.58	9.35 ± 0.90	9.46 ± 0.64
± 6.45	90.27 ± 4.36	92.97 ± 5.89
± 3.25	38.20 ± 1.85	28.56 ± 7.92
± 0.56	21.42 ± 1.06	19.03 ± 3.19
± 0.97	14.78 ± 2.56	9.27 ± 3.87
± 0.03	0.31 ± 0.02	0.26 ± 0.04
± 2.27	80.36 ± 4.93	66.52 ± 10.22
± 0.007	0.091 ± 0.013	0.084 ± 0.01
± 7.63	79.98 ± 14.80	55.32 ± 23.21
trat		
± 1.33	81.69 ± 2.24	90.57 ± 8.78
± 0.92	8.11 ± 0.24	8.57 ± 0.65
± 1.91	91.75 ± 2.36	92.01 ± 3.95
± 2.15	50.91 ± 2.22	31.68 ± 11.91
± 1.02	20.96 ± 0.85	19.26 ± 3.13
± 1.69	19.96 ± 1.59	12.51 ± 4.89
± 0.01	0.35 ± 0.01	0.28 ± 0.04
± 9.57	83.75 ± 15.94	116.92 ± 23.68
± 0.01	0.095 ± 0.017	0.131 ± 0.026
± 8.56	-4.34 ± 13.46	90.24 ± 57.50

Lampiran 2. Analisis ragam produksi N-NH₃ cairan rumen domba pada penelitian II (*in vitro*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	2	281.7400	140.8697	3.39*
Kombinasi perlakuan	15	2065.5270	137.7018	3.31*
Sisa	30	1246.9982	41.5666	
Total	47	3594.2652		

Keterangan : * = berpengaruh nyata (P<0.05)

Lampiran 3. Analisis ragam produksi VFA total cairan rumen domba pada penelitian II (*in vitro*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	2	1.7278	0.8697	2.93 ^{NS}
Kombinasi perlakuan	15	171.2500	11.4167	38.67**
Sisa	30	8.8548	0.2952	
Total	47	181.8326		

Keterangan : ** = berpengaruh sangat nyata (P<0.01)
NS = tidak berpengaruh nyata (P>0.05)

Lampiran 4. Analisis ragam produksi asam asetat cairan rumen domba pada penelitian II (*in vitro*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	2	0.1546	0.0773	1.38 ^{NS}
Kombinasi perlakuan	15	81.8720	5.4581	97.47**
Sisa	30	1.6785	0.0560	
Total	47	83.7051		

Keterangan : ** = berpengaruh sangat nyata (P<0.01)
NS = tidak berpengaruh nyata (P>0.05)

Lampiran 5. Analisis ragam produksi asam propionat cairan rumen domba pada penelitian II (*in vitro*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	2	0.1008	0.0504	1.49 ^{NS}
Kombinasi perlakuan	15	21.2887	1.4192	41.87 ^{**}
Sisa	30	1.0156	0.0339	
Total	47	22.4051		

Keterangan : ^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)

Lampiran 6. Analisis ragam produksi asam butirat cairan rumen domba pada penelitian II (*in vitro*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	2	0.1096	0.0098	0.26 ^{NS}
Kombinasi perlakuan	15	13.6252	0.9083	24.03 ^{**}
Sisa	30	1.1329	0.0378	
Total	47	14.7777		

Keterangan : ^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)

Lampiran 7. Analisis ragam laju sintesis protein mikroba cairan rumen domba pada penelitian II (*in vitro*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	2	42110.4673	21055.2337	7.82 ^{**}
Kombinasi perlakuan	15	536916.1318	35794.4090	13.29 ^{**}
Sisa	30	80785.1392	2692.8380	
Total	47	659811.7383		

Keterangan : ^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)

Lampiran 8. Analisis ragam konsumsi bahan kering rumput pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	51.8633	17.2878	2.14 ^{NS}
Perlakuan	3	420.1953	140.0651	17.33 ^{**}
R1 VS R2-4	1	274.3720	274.3720	33.96 ^{**}
R2-4 linier	1	22.2445	22.2445	2.75 ^{NS}
R2-4 kuadrater	1	123.5788	123.5788	15.29 ^{**}
Sisa	9	72.7222	8.0802	
Total	15	544.7808		

Keterangan : ^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)

Lampiran 9. Analisis ragam konsumsi bahan kering ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	7.8852	2.6284	0.33 ^{NS}
Perlakuan	3	1153.0850	394.3618	48.34 ^{**}
R5 VS R6-8	1	187.7043	187.7043	23.61 ^{NS}
R6-8 linier	1	765.9698	765.9698	96.34 ^{**}
R6-8 kuadrater	1	199.4114	199.4114	25.08 ^{**}
Sisa	9	71.5584	7.9505	
Total	15	1232.5250		

Keterangan : ^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)

Lampiran 10. Analisis ragam konsentrasi N-NH₃ cairan rumen domba yang diberi rumput pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	4.1584	1.3862	5.94 ^{**}
Perlakuan	3	0.3635	0.1212	0.52 ^{**}
R1 VS R2-4	1	0.0261	0.0261	0.11 ^{NS}
R2-4 linier	1	0.0036	0.0036	0.02 ^{**}
R2-4 kuadrater	1	0.3337	0.3337	1.43 ^{NS}
Sisa	9	2.0996	0.2333	
Total	15	6.6214		

Keterangan : ^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)

Lampiran 11. Analisis ragam konsentrasi N-NH₃ cairan rumen domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	2.2818	0.7606	2.57 ^{NS}
Perlakuan	3	1.9742	0.6581	2.23 ^{NS}
R5 VS R6-8	1	0.3317	0.3317	1.22 ^{NS}
R6-8 linier	1	0.0045	0.0045	0.02 ^{NS}
R6-8 kuadrater	1	1.6380	1.6380	5.54 ^{**}
Sisa	9	2.6591	0.2955	
Total	15	6.9151		

Keterangan : ^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)

Lampiran 12. Analisis ragam konsentrasi VFA total cairan rumen domba yang diberi rumput pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	42.2413	14.0804	0.42 ^{NS}
Perlakuan	3	212.8521	70.9507	2.13 ^{NS}
R1 VS R2-4	1	57.6408	57.6408	1.73 ^{NS}
R2-4 linier	1	15.6241	15.6241	0.47 ^{NS}
R2-4 kuadrater	1	139.5873	139.5873	4.18 ^{NS}
Sisa	9	300.3562	33.3729	
Total	15	555.4496		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)

Lampiran 13. Analisis ragam konsentrasi VFA total cairan rumen domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	38.4925	12.8308	0.64 ^{NS}
Perlakuan	3	30.9589	10.3196	0.52 ^{NS}
R5 VS R6-8	1	7.2075	7.2075	0.36 ^{NS}
R6-8 linier	1	0.8778	0.8778	0.04 ^{NS}
R6-8 kuadrater	1	22.8735	22.8735	1.14 ^{NS}
Sisa	9	180.0995	20.0111	
Total	15	249.5508		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)

Lampiran 14. Analisis ragam ekskresi allantoin urin domba yang diberi rumput pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	15.0392	5.0130	0.49 ^{NS}
Perlakuan	3	897.8894	299.2965	29.42 ^{**}
R1 VS R2-4	1	667.0734	667.0734	65.57 ^{**}
R2-4 linier	1	219.9753	219.9753	21.62 ^{**}
R2-4 kuadrater	1	10.8407	10.8407	1.07 ^{NS}
Sisa	9	91.5660	10.1740	
Total	15	1004.4940		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)

Lampiran 15. Analisis ragam ekskresi allantoin urin domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	42.0183	14.0061	4.47 [*]
Perlakuan	3	2197.9950	732.6649	233.99 ^{**}
R5 VS R6-8	1	807.2080	807.2087	357.80 ^{**}
R6-8 linier	1	1163.7900	1163.7900	371.68 ^{**}
R6-8 kuadrater	1	226.9965	226.9965	72.50 ^{**}
Sisa	9	28.1806	3.1312	
Total	15	2268.1930		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
^{*} = berpengaruh nyata ($P < 0.05$)

Lampiran 16. Analisis ragam retensi belerang domba yang diberi rumput pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	9.4913	3.1638	1.15 ^{NS}
Perlakuan	3	206.0688	68.6896	25.05 ^{**}
R1 VS R2-4	1	102.1125	102.1125	37.23 ^{**}
R2-4 linier	1	95.2200	95.2200	34.72 ^{**}
R2-4 kuadrater	1	8.7363	8.7363	3.19 ^{NS}
Sisa	9	24.6823	2.7425	
Total	15	240.2423		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)

Lampiran 17. Analisis ragam retensi belerang domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	12.8340	4.2780	2.73 ^{NS}
Perlakuan	3	355.0923	118.3641	75.49 ^{**}
R5 VS R6-8	1	155.9523	155.9523	99.46 ^{**}
R6-8 linier	1	179.6460	179.6460	114.57 ^{**}
R6-8 kuadrater	1	19.4940	19.4940	12.43 ^{**}
Sisa	9	14.1122	1.5680	
Total	15	382.0385		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)

Lampiran 18. Analisis ragam retensi nitrogen domba yang diberi rumput pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	6.3059	2.1020	0.34 ^{NS}
Perlakuan	3	155.8256	51.4919	8.50 ^{**}
R1 VS R2-4	1	58.9412	58.9412	9.64 ^{**}
R2-4 linier	1	36.2101	36.2101	5.92 ^{**}
R2-4 kuadrater	1	60.6744	60.6744	9.92 ^{**}
Sisa	9	55.0235	6.1137	
Total	15	217.1550		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)

Lampiran 19. Analisis ragam retensi nitrogen domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	4.0467	1.3489	1.74 ^{NS}
Perlakuan	3	148.1932	49.3977	63.60 ^{**}
R5 VS R6-8	1	42.0751	42.0751	54.17 ^{**}
R6-8 linier	1	6.6066	6.6066	8.51 [*]
R6-8 kuadrater	1	99.5115	99.5115	128.13 ^{**}
Sisa	9	6.9900	0.7767	
Total	15	159.2300		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
^{*} = berpengaruh nyata ($P < 0.05$)

Lampiran 20. Analisis ragam produksi bulu domba yang diberi rumput pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	6.87E-05	2.29E-05	0.04 ^{NS}
Perlakuan	3	0.021669	0.007223	11.81 ^{**}
R1 VS R2-4	1	0.005852	0.005852	9.57 ^{**}
R2-4 linier	1	0.015312	0.015312	25.03 ^{**}
R2-4 kuadrater	1	0.000504	0.000504	0.82 ^{NS}
Sisa	9	0.005506	0.000612	
Total	15	0.027244		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
 * = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)

Lampiran 21. Analisis ragam produksi bulu domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	0.0001	3.33E-05	0.13 ^{NS}
Perlakuan	3	0.0297	0.0099	33.00 ^{**}
R5 VS R6-8	1	0.0056	0.0056	18.67 ^{**}
R6-8 linier	1	0.0221	0.0221	73.67 ^{**}
R6-8 kuadrater	1	0.0020	0.0020	6.67 [*]
Sisa	9	0.0024	0.0003	
Total	15	0.0322		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
 ** = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
 * = berpengaruh nyata ($P < 0.05$)



Lampiran 22. Analisis ragam pertambahan bobot badan domba yang diberi rumput pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	46.5731	15.5244	1.67 ^{NS}
Perlakuan	3	1540.6340	513.5447	55.27 ^{**}
R1 VS R2-4	1	894.1544	894.1544	96.24 ^{**}
R2-4 linier	1	229.7296	229.7296	24.73 ^{**}
R2-4 kuadrater	1	416.7500	416.7500	44.85 ^{**}
Sisa	9	83.6208	9.2912	
Total	15	1670.8280		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)

Lampiran 23. Analisis ragam pertambahan bobot badan domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	635.0468	211.6823	1.46 ^{NS}
Perlakuan	3	7031.0890	2343.6960	16.14 ^{**}
R5 VS R6-8	1	3.8354	3.8354	0.03 ^{NS}
R6-8 linier	1	6368.6900	6368.6900	43.86 ^{**}
R6-8 kuadrater	1	658.5633	658.5633	4.53 ^{NS}
Sisa	9	1306.9730	145.2192	
Total	15	8973.1090		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)

Lampiran 24. Analisis ragam efisiensi penggunaan rumput pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	7.92E-05	2.64E-05	1.93 ^{NS}
Perlakuan	3	0.000640	0.000213	15.59 ^{**}
R1 VS R2-4	1	0.000475	0.000475	34.74 ^{**}
R2-4 linier	1	2.45E-05	2.45E-05	1.79 ^{NS}
R2-4 kuadrater	1	0.000140	0.000140	10.25 ^{**}
Sisa	9	0.000123	1.37E-05	
Total	15	0.000842		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)

Lampiran 25. Analisis ragam efisiensi penggunaan ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	0.000283	9.44E-05	3.03 ^{NS}
Perlakuan	3	0.010656	0.003552	117.07 ^{**}
R5 VS R6-8	1	0.000184	0.000184	5.91 [*]
R6-8 linier	1	0.003570	0.003570	114.65 ^{**}
R6-8 kuadrater	1	0.006902	0.006902	221.65 ^{**}
Sisa	9	0.000280	3.11E-05	
Total	15	0.011220		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
^{*} = berpengaruh nyata ($P < 0.05$)

Lampiran 26. Analisis ragam keuntungan memelihara domba yang diberi rumput pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	488.1151	162.7050	2.03 ^{NS}
Perlakuan	3	5758.4760	1919.4930	23.97 ^{**}
R1 VS R2-4	1	3730.5084	3730.5084	46.59 ^{**}
R2-4 linier	1	496.1250	496.1250	6.19 [*]
R2-4 kuadrater	1	1531.8430	1531.8430	19.13 ^{**}
Sisa	9	720.63440	80.0705	
Total	15	6967.2250		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)
^{*} = berpengaruh nyata ($P < 0.05$)

Lampiran 27. Analisis ragam keuntungan memelihara domba yang diberi ransum campuran rumput + konsentrat pada penelitian III (*in vivo*)

Sumber keragaman	DB	JK	PK	F
Blok	3	1909.000	636.3334	2.83 ^{NS}
Perlakuan	3	61427.380	20475.7900	91.27 ^{**}
R5 VS R6-8	1	664.139	664.1390	2.96 ^{NS}
R6-8 linier	1	33169.860	33169.8600	147.85 ^{**}
R6-8 kuadrater	1	27593.380	27593.3800	122.99 ^{**}
Sisa	9	2019.163	224.3514	
Total	15	65355.550		

Keterangan : ^{NS} = tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$)
^{**} = berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$)