



## **METABOLIT RUMEN SAPI BALI YANG DIBERIKAN RANSUM TERFERMENTASI DENGAN INOKULAN YANG DIPRODUKSI DARI CAIRAN RUMEN SAPI BALI DAN RAYAP**

**DIOKSA, I M. R., I M. MUDITA, A. A. P. P. WIBAWA DAN I W. WIRAWAN**

*Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana Denpasar*

*E-mail: [okaruti@yahoo.com](mailto:okaruti@yahoo.com) Hp085792209465*

### **ABSTRAK**

Penelitian dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian ransum berbasis limbah pertanian terfermentasi inokulan cairan rumen sapi bali dan rayap terhadap metabolit rumen sapi bali. Penelitian dilaksanakan di Stasiun Penelitian Fakultas Peternakan Universitas Udayana Bukit Jimbaran, Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diberikan, yaitu ransum tanpa terfermentasi (RBo), ransum terfermentasi inokulan 20% cairan rumen dan 0,2 % rayap (RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub>), ransum terfermentasi inokulan 10% cairan rumen dan 0,3 % rayap (RBR<sub>1</sub>T<sub>3</sub>) dan ransum terfermentasi inokulan 20% cairan rumen dan 0,3 % rayap (RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub>). Variabel yang diamati meliputi pH cairan rumen, populasi protozoa, kadar N-NH<sub>3</sub>, VFA total/varsial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pemanfaatan inokulan yang diproduksi dari limbah cairan rumen sapi dan rayap (BR<sub>1</sub>T<sub>3</sub>, BR<sub>2</sub>T<sub>2</sub> dan BR<sub>2</sub>T<sub>3</sub>) sebagai starter ransum berbasis limbah pertanian menurunkan populasi protozoa rumen dan konsentrasi VFA parsial (Asetat, propionat, butirrat), masing masing sebesar 63,33-83,33%; 1,44-33,30%; 31,21-47,33% dan 45,98-56,35% dibandingkan dengan pemberian RBo (2,64-10<sup>4</sup> cell/ml; 23,45mM; 6,76mM dan 0,33mM) serta meningkatkan konsentrasi N-NH<sub>3</sub> cairan rumen sapi bali sebesar 24,29-31,79% dibandingkan dengan pemberian ransum tanpa fermentasi inokulan. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan pemanfaatan inokulan yang diproduksi dari cairan rumen sapi bali dan rayap sebagai starter akan menurunkan populasi protozoa rumen dan konsentrasi VFA parsial serta meningkatkan konsentrasi NH<sub>3</sub> cairan rumen sapi bali.

*Kata kunci: Cairan Rumen, Inokulan, Metabolit Rumen, Rayap dan Sapi Bali*

## **RUMEN METABOLITES OF BALI CATTLE GIVEN RATIONS FERMENTED INOCULANT PRODUCED BY BALI CATTLE RUMEN FLUID AND TERMITES**

### **ABSTRACT**

The research was conducted in order to determine the effect of ration base on agricultural waste fermented by inoculants produced of bali cattle rumen fluid and termites on rumen metabolites. Of bali cattle research conducted at Research Station the Faculty of Animal Husbandry Udayana University, Bukit Jimbaran, Badung regency. The research was conducted using a randomized block design with four treatments and

three blockas replications. The treatments were given, namely ration without fermented (RB0), ration fermented with inoculants produced by 20% bali cattle rumen fluid and 0,2% termites (RBR2T2), ration fermented with inoculants produced by 10% bali cattle rumen fluid and 0,3% termites (RBR1T3) and ration fermented with inoculants produced by 20% bali cattle rumen fluid and 0,3% termites (RBR2T3). Variabel observed were the acidity of rumen fluid (pH), population of protozoa, of NH<sub>3</sub>-N, concentration of partial VFA such as acetic acid, propionic acid, butiric acid. The results showed that the utilization inoculant produced by bali cattle rumen fluid and termites (BR1T3, BR2T2 and BR2T3) as a starter of ration based on agricultural waste can decrease the population of the rumen protozoa and concentration of partial VFA (acetic acid, propionic acid and butiric acid) each amount 63.33%- 83.33% ; 1.44 - 33.30%; 31.21 - 47.33% and 45.98 - 56.35% compared with ration without fermented/RB0 (2,64 x10<sup>4</sup>cell/ml; 23,45mM; 6,76mM and 0,33mM) and increase the concentration of NH<sub>3</sub>-N rumen fluid 24.29 - 31.79% compared with the RB0. Based on the results of this study concluded that the use of inoculants produced of bali cattle rumen fluid and termites as a starter will decrease of the population of the rumen protozoa and partial VFA concentration, and increasing the concentration of NH<sub>3</sub>-N bali cattle rumen fluid.

*Key Words: Bali cattle, inoculants, rumen metabolites, rumen fluid and termites*

## PENDAHULIUAN

Optimalisasi fungsi rumen melalui peningkatan proses fermentasi rumen dalam menghasilkan produk metabolit rumen (VFA, N-NH<sub>3</sub> maupun protein mikroba) merupakan salah satu strategi dalam optimalisasi keunggulan sapi bali dalam pemanfaatan pakan berserat kasar tinggi. Langkah ini semakin strategis mengingat kebijakan nasional pengadaan pakan ruminansia dalam menopang program swasembada daging sapi diprioritaskan melalui pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan sapi potong (Ditjenak, 2010; Sunari *et al.*, 2010).

Pengadaan ataupun pemanfaatan limbah tentunya harus diimbangi dengan pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan fermentasi dalam rumen, produk metabolit rumen maupun produktivitas ternak (Putri *et al.* (2009); (Mudita *et al.* 2009, 2010) dan (Wibawa *et al.* 2009; 2010). Fermentasi ransum melalui pemanfaatan inokulan rayap dan cairan rumen sapi bali merupakan salah satu strategi yang dapat dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut (Giraldo *et al.*, 2004; Saarisalo *et al.*, 2004). Rayap (*Termites sp*) merupakan serangga pemakan kayu yang merupakan bahan organik kaya serat kasar. Watanabe *et al.* (1998) mengungkapkan sel tubuh, air liur dan saluran pencernaan rayap mengandung berbagai mikroba dan enzim pendegradasi serat. Purwadaria *et al.* (2003<sup>a,b</sup> dan 2004) menyatakan saluran pencernaan rayap mengandung

mikroba (bakteri, kapang/fungi, dan protozoa), yang menghasilkan kompleks enzim selulase. Sedangkan cairan rumen sapi Bali juga sangat potensial sebagai inokulan kaya nutrisi *ready fermentable*, mikroba dan enzim pendegradasi serat (Kamra, 2005).

Kombinasi limbah cairan rumen sapi Bali dan rayap diharapkan menghasilkan efek sinergis yang dapat meningkatkan efektivitas enzim dalam mendegradasi pakan kaya serat kasar sehingga proses fermentasi terhadap ransum dapat berlangsung dengan baik dan suplai nutrisi bagi induk semang baik berupa VFA, N-NH<sub>3</sub> mampu meningkatkan protein mikroba. Namun informasi mengenai efektivitas pemanfaatan inokulan yang diproduksi dari kombinasi rayap dengan cairan rumen sapi Bali dalam pengembangan usaha sapi Bali khususnya terhadap proses fermentasi dalam rumen yang dapat dijadikan tolak ukur produktivitas ternak belum diperoleh, sehingga kegiatan penelitian ini dilaksanakan.

## **MATERI DAN METODE**

### **Materi**

#### **Sapi Bali**

Sapi yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 12 ekor sapi Bali jantan dengan bobot badan awal yaitu  $118,33 \pm 22,99$  kg. milik Fakultas Peternakan Universitas Udayana yang ditempatkan secara acak dalam kandang individu yang telah dilengkapi dengan tempat pakan dan tempat air minum.

#### **Kandang dan Perlengkapan**

Pada penelitian ini Kandang yang akan digunakan adalah kandang individu sebanyak 12 petak, tiap petak memiliki ukuran panjang x lebar = 200 cm x 150 cm yang dilengkapi dengan tempat pakan dan minum. Kemiringan lantai kandang adalah 5 cm. atap kandang terbuat dari asbes, lantai kandang dan tempat pakan terbuat dari beton, sedangkan untuk tempat air minum menggunakan ember berukuran sedang.

#### **Ransum dan Air Minum**

Ransum digunakan dalam penelitian ini adalah ransum basal dan ransum terfermentasi yang disusun menggunakan sumber daya lokal yang berasal dari limbah pertanian. Komposisi bahan penyusun ransum dan kandungan nutrisi ransum disajikan pada tabel 5 dan 6. Pembuatan ransum basal dilakukan dengan terlebih dahulu membuat

campuran homogen antara dedak padi, bungkil kelapa, dan serbuk gergaji kayu (campuran 1). Pada tempat yang terpisah, dibuat juga campuran homogen antara gula aren, kapur, garam dapur, urea, minyak kelapa dan pignox (Campuran 2). Kemudian campuran 1 dan 2 dicampur hingga homogen, selanjutnya ditambahkan jerami padi dicampur kembali hingga homogen. Setelah campuran homogen dapat dipakai sebagai ransum basal pada perlakuan (RB<sub>0</sub>), atau untuk produksi ransum terfermentasi. Fermentasi ransum dilakukan dengan cara setiap 100 kg ransum basal (kandungan bahan kering ransum basal 85%) ditambahkan dengan 2 liter larutan inokulan (sesuai perlakuan), 0,5 kg gula aren dan 70 liter air bersih (kadar air bakalan ransum terfermentasi  $\pm$  50%). Kemudian dicampur hingga homogen. Fermentasi dilakukan menggunakan kantong plastik hitam sebagai silo selama 7 hari dalam kondisi anaerob. Pemberian ransum diberikan secara *ad libitum* mulai dari pagi harinya sampai pagi keesokan harinya. Monitoring ketersediaan ransum dilakukan setiap saat sehingga ternak tidak sampai kekurangan pakan. Khusus untuk ransum terfermentasi (RBR<sub>1</sub>T<sub>3</sub>, RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub>, RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub>) sebelum diberikan pada ternak, ransum yang baru diambil dari silo terlebih dahulu diangin-anginkan sebentar  $\pm$ 15 menit, kemudian baru diberikan dalam kondisi segar.

### **Inokulan**

Inokulan yang dimanfaatkan adalah tiga formula inokulan unggul hasil penelitian Mudita *et al.* (2012) yaitu (BR<sub>2</sub>E<sub>2</sub>, BR<sub>1</sub>E<sub>3</sub> dan BR<sub>2</sub>E<sub>3</sub>) yang diproduksi menggunakan sumber isolat dari limbah cairan isi rumen sapi bali dan rayap serta dibiakkan menggunakan medium kombinasi bahan alami dan sintetis (Tabel 1). Komposisi medium inokulan yang dimanfaatkan dalam penelitian ini yaitu gula aren, urea, CMC, xyloza, asam tanat, tepung jerami padi, serbuk gergaji kayu, dedak padi dan tepung tapioka, tepung dedak jagung, tepung kedele, CaCO<sub>3</sub>, garam dapur dan multivitamin-mineral “pignox dan ditambahkan air. Produksi inokulan dilakukan dengan cara mencampur medium inokulan dan sumber inokulan sesuai perlakuan (Tabel 2) dalam wadah tertutup rapat. Inokulan yang baru diproduksi selanjutnya diinkubasi dalam inkubator T 39<sup>0</sup>C selama satu minggu. Kemudian setelah satu minggu, dilanjutkan dengan analisis kandungan nutrisi dan populasi mikroba (Tabel 3 dan 4).

**Tabel 1. Komposisi bahan penyusun medium inokulan**

Bahan Penyusunan	Komposisi
Gula Aren	50
Urea	5
CMC	0,02
Xylanosa	0,02
Asam tanat	0,02
Tepung Jerami Padi	1
Tepung Dedak Padi	1
Tepung Tapioka	1
Tepung Dedak Jagung	1
Tepung Kedele	1
Serbuk Gergaji Kayu	1
Kapur / CaCO <sub>3</sub>	0,1
Garam Dapur	0,5
Pignox	0,4
Air bersih	hingga volumenya menjadi 1 liter
Kandungan Nutrien*	
a. Kalsium/Ca (mg/l)	936,07
b. Fosfor/P (mg/l)	144,81
c. Belerang/Sulfur/S (mg/l)	214,67
d. Seng/Zinc/Zn (mg/l)	5,80
e. Protein Terlarut (%)	3,01

Keterangan: \*Hasil analisis lab analitik unud.

**Tabel 2. Tabel komposisi inokulan penelitian dalam 1 liter**

No	Inokulan	Komposisi Campuran Inokulan		
		Cairan Rumen (ml)	Rayap (g)	Medium Inokulan (ml)
1	BR <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	100	3	897
2	BR <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	200	2	798
3	BR <sub>2</sub> T <sub>3</sub>	200	3	797

Sumber: Mudita *et al.* (2012)

**Tabel 3. Kandungan nutrien inokulan yang diproduksi dari limbah isi rumen sapi bali dan rayap**

No	Kandungan Nutrien	Jenis Inokulan			SEM
		BR <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	BR <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	BR <sub>2</sub> T <sub>3</sub>	
1	Kalsium/Ca (mg/l)	980,54	979,17	979,09	44,73
2	Fosfor/P (mg/l)	171,26	172,47	174,55	3,26
3	Belerang/Sulfur/S (mg/l)	245,67	246,00	247,00	4,97
4	Seng/Zinc/Zn (mg/l)	7,98	8,07	8,09	0,55
5	Protein Terlarut (%)	7,67	7,82	7,85	0,04

Sumber: Mudita *et al.* (2012)

**Tabel 4. Derajat Keasaman dan Populasi Mikroba Inokulan yang dihasilkan**

No	Peubah	Bioinokulan <sup>1</sup>			SEM <sup>3</sup>
		BR1T3	BR2T2	BR2T3	
1	pH	4,66a <sup>2</sup>	4,56a	4,46a	0,12
2	Bakteri Total (x 10 <sup>8</sup> koloni)	3,99a	5,32b	5,49b	0,20
3	Bakteri Selulolitik (x 10 <sup>8</sup> koloni)	3,61a	4,51b	4,59b	0,18
4	Fungi Total (x 10 <sup>7</sup> koloni)	4,40a	4,47a	5,60a	0,48
5	Fungi Selulolitik (x 10 <sup>7</sup> koloni)	2,13a	2,80b	2,93b	0,18

Sumber: Dewi putri (2015)

### **Peralatan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian di lapangan antara lain : (1) timbangan elektronik berkapasitas 1000 kg untuk menimbang ternak sapi; (2) timbangan gantungan berkapasitas 50 kg di gunakan dalam penimbangan pakan untuk ternak; (3) timbangan elektrik dengan kapasitas 10 kg untuk menimbang vitamin mineral dan bahan pakan yang lainnya.

### **Metode**

#### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Stasiun Penelitian Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, yang dilaksanakan dengan alokasi waktu operasional 6 bulan. Fase persiapan penelitian dilaksanakandengan kegiatan koordinasi internal, penjajagan lokasi penelitian, persiapan sarana dan prasarana, produksi inokulan dan ransum ternak, persiapan ternak dan adaptasi pakan. Sedangkan penelitian laboratorium untuk analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Udayana serta Laboratorium Analitik Universitas Udayana.

#### **Pemberian Ransum dan Air Minum**

Pembuatan ransum basaldilakukan dengan cara, terlebih dahulu membuat campuran homogen antara dedak padi, bungkil kelapa, dan serbuk gergaji kayu . Pada tempat yang terpisah, dibuat juga campuran homogen antara gula aren, kapur, garam dapur, urea, minyak kelapa dan pignox. Kemudian kedua campuran tersebut disatukan hingga homogen, setelah itu baru ditambahkan jerami padi dan dicampur kembali hingga homogen.Setelah campuran homogen ransum basal tersebut siap dimanfaatkan untuk ransum/pakan ternak (RB<sub>0</sub>) atau untuk produksi ransum terfermentasi.

Aplikasi biofermentasi ransum dilakukan dengan cara setiap 100 kg ransum basal (asumsi BK ransum basal 85%), ditambahkan dengan 2 liter larutan inokulan (sesuai perlakuan), 0,5 kg gula aren dan 70 liter air bersih (kadar air bakalan ransum terfermentasi  $\pm 50\%$ ). Kemudian dicampur sedemikian rupa hingga homogen. Proses fermentasi dilakukan menggunakan kantong plastik hitam sebagai silo selama 7 hari, dalam kondisi *anaerob*. Pemberian ransum bagi ternak sapi Bali pada penelitian ini akan diberikan secara *ad libitum* mulai dari pagi harinya sampai pagi ke esokan harinya. Monitoring ketersediaan ransum akan dilakukan setiap saat sehingga ternak tidak sampai kekurangan pakan. Khusus untuk ransum terfermentasi ( $RBR^1T^3$ ,  $RBR^2T^2$ ,  $RBR^2T^3$ ) sebelum diberikan pada ternak, ransum yang baru diambil dari silo terlebih dahulu diangin-anginkan sebentar  $\pm 15$  menit, kemudian baru diberikan dalam kondisi segar.

**Tabel 5. Komposisi Bahan Penyusun Ransum Basal**

Bahan Penyusun Ransum Basal	Komposisi (%)
Jerami Padi	50,0
Serbuk Gergaji kayu	5,0
Dedak Padi	20,0
Bungkil Kelapa	20,0
Minyak Kelapa	2,0
Gula Aren	1,0
Urea	1,0
Garam dapur	0,5
Kapur/ $CaCO_3$	0,4
Pignox	0,1
<b>Jumlah</b>	<b>100.0</b>

**Tabel 6. Kandungan bahan kering dan nutrisi ransum terfermentasi inokulan penelitian**

KANDUNGAN NUTRIEN*	RANSUM PENELITIAN			
	RB <sub>0</sub>	RBR <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	RBR <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	RBR <sub>2</sub> T <sub>3</sub>
a. Bahan Kering (% Asfed basis)	85,54	50,74	48,95	49,09
b. Bahan Kering (% DW basis)	93,49	92,82	92,76	92,48
c. Bahan Organik (% DM basis)	81,81	80,92	80,47	81,00
d. Serat kasar (% DM basis)	21,01	15,93	15,21	14,07
e. Protein Kasar (% DM Basis)	13,63	14,79	15,24	15,75

Keterangan : Hasil Analisis Lab. Nutrisi Ternak-Lab. Bersama Fapet unud.

## **Pengambilan Cairan Rumen**

Pengambilan cairan rumen dilakukan 3 jam setelah pemberian makan pagi pada akhir pelaksanaan penelitian menggunakan pompa penyedot (vakum). Adapun cara pengambilan cairan rumen adalah sebagai berikut: terlebih dahulu disiapkan alat-alat berupa selang plastik dengan panjang 250 cm, pipa paralon 40 cm, pompa, erlenmeyer berkerut, botol kapasitas 500 ml, wadah sampel, spuit dan saringan. Kemudian pompa penyedot (vakum) dirangkai sedemikian rupa. Ujung pipa plastik dimasukkan ke dalam mulut ternak hingga mencapai retikulorumen dengan bantuan pipa paralon untuk mencegah gigitan gigi ternak. Selanjutnya penyedot dipompa (arah terbalik-menarik cairan rumen) berulang-ulang sehingga cairan rumen tersedot keluar dan langsung ditampung dalam erlenmeyer berkerut. Setelah diperoleh cairan rumen 200 – 300 ml, penyedotan dihentikan dan pipa plastik ditarik keluar. Cairan rumen yang diperoleh kemudian disaring dan langsung diuji derajat keasamannya (pH) menggunakan pH meter Merk Beckman  $\phi$  220. Sampel cairan rumen yang telah disaring, kemudian dibagi menjadi 4 bagian, yaitu 1) untuk analisis populasi protozoa, 2) untuk analisis VFA parsial, 3) untuk analisis VFA total dan 4) untuk analisis N-NH<sub>3</sub>.

## **Rancangan Percobaan**

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan (RAK) 4 perlakuan dan 3 ulangan. Tiap unit percobaan akan menggunakan 1 ekor Sapi jantan dengan bobot badan awal  $118,33 \pm 22,99$  kg.

Perlakuan yang diberikan, yaitu:

R<sub>B0</sub>=Ransum tanpa terfermentasi

R<sub>B2</sub>T<sub>2</sub>= Ransum terfermentasi nokulan 20% cairan rumen dan 0,2% rayap

R<sub>B1</sub>T<sub>3</sub>=Ransum terfermentasi inokulan 10% cairan rumen dan 0,3% rayap

R<sub>B2</sub>T<sub>3</sub>=Ransum terfermentasi inokulan 20% cairan rumen dan 0,3% rayap

## **Variabel yang Diamati**

### **1. Derajat keasaman/pH Cairan Rumen**

Derajat keasaman (pH) cairan rumen akan diukur menggunakan pH meter Hanna Tife HI 9025. Pengukuran pH cairan rumen dilakukan pada 3 sisi wadah sampel cairan rumen. Rataan ketiga nilai pengukuran dijadikan sebagai nilai pH yang diinput.



## 2. Populasi protozoa

Populasi protozoa dihitung dengan *Counting Chamber*/hemocytometer dengan bantuan mikroskop menggunakan pewarna larutan *Methylgreen Formalin Saline*/MFS (Ogimoto dan Imai, 1981).

## 3. Kadar N-NH<sub>3</sub>

Konsentrasi N-NH<sub>3</sub> cairan rumen ditentukan metode Phenolhypochlorite menggunakan Spektrofotometer (*American Society of Limnology*, 1969). Metode kerja didasarkan pada reaksi warna yang ditentukan oleh jumlah amonia yang ada dalam cairan (larutan) yang dapat dibaca dengan menggunakan *Spectrophotometre*. Pengambilan sample cairan rumen dilaksanakan pada hari terakhir periode koleksi total.

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

## 4. VFA parsial

Kadar VFA parsial (Asetat, Propionat dan Butirat) di ukur dengan teknik kromatografi dengan AAS.

$$\text{Rumus: VFA Parsial (mM)} = \frac{\text{Tinggi Sampel}}{\text{Standar}} \times \text{Tinggi standar} \times \text{Konsentrasi}$$

## Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam. Apabila terdapat hasil berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) antara perlakuan, maka analisis dilanjutkandengan uji jarak berganda dari Duncan (Steel and Torrie, 1991).

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## Nilai pH cairan rumen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pH cairan rumen pada perlakuan RB<sub>0</sub> (Ransum tanpa terfermentasi) adalah 6,77. Pemberian RB<sub>1</sub>T<sub>3</sub> (Ransum terfermentasi inokulan 10% cairan rumen dan 0,3% rayap), RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub> (Ransum terfermentasi inokulan 20% cairan rumen dan 0,2% rayap), dan RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub> (Ransum terfermentasi inokulan 20% cairan rumen dan 0,3% rayap) mengakibatkan peningkatan pH cairan rumen masing-masing sebesar 0,44%; 2,21%; dan 1,62% di bandingkan dengan perlakuan RB<sub>0</sub>, namun secara statistik berbeda tidak nyata ( $P > 0,05$ ) (Tabel 7)

Derajat keasaman (pH) cairan rumen ternak ruminansia sangat dipengaruhi oleh jenis, kuantitas dan kualitas ransum/pakan yang dikonsumsi, keseimbangan makro dan

mikro nutrien, ekosistem dan populasi mikroba rumen, serta buffering capacity rumen dari ternak bersangkutan (Arora, 1995). Hasil penelitian Putra (2004) mengungkapkan sapi bali yang sehat mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menormalisasi derajat keasaman rumennya. Secara normal, pH rumen sapi bali berkisar antara 6,0 – 7,2. Pada penelitian ini, nilai pH rumen sapi bali yang diberi ransum berbasis limbah pertanian tanpa atau terfermentasi inokulan cairan rumen dan rayap berkisar antara 6,77 – 6,92. Hal ini menunjukkan pH rumen pada semua perlakuan berada dalam kisaran pH normal.

**Tabel 7 Metabolit rumen sapi bali yang diberikan ransum terfermentasi dengan inokulan produksi dari cairan rumen sapi bali dan rayap**

No	Peubah <sup>1</sup>	Perlakuan <sup>3</sup>				SEM <sup>5</sup>
		RB <sub>0</sub>	RBR <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	RBR <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	RBR <sub>2</sub> T <sub>3</sub>	
1	pH Cairan Rumen	6,77a <sup>4</sup>	6,80a	6,92a	6,88a	0,069
2	Protozoa Rumen (x10 <sup>4</sup> sel/ml)	2,64a	0,78b	0,61b	0,44b	0,220
3	N-NH <sub>3</sub> Cairan Rumen (mM)	12,14b	15,09a	15,27a	16,00a	0,547
4	VFA Cairan Rumen <sup>2</sup>					
	a. Asam Asetat (mM)	23,45a	15,64b	16,32b	23,11a	0,251
	b. Asam Propionat (mM)	6,76a	3,56c	3,74c	4,65b	0,059
	c. Asam Butirat (mM)	0,33a	0,23c	0,22c	0,26b	0,003

Keterangan:

1) Hasil analisis Lab. Nutrisi Ternak-Lab. bersama Fapet UNUD

2) Hasil Analisis Laboratorium Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor

3) Ransum Perlakuan

a. RB<sub>0</sub> = Ransum basal tanpa terfermentasi

b. RBR<sub>1</sub>T<sub>3</sub> = Ransum terfermentasi inokulan BR<sub>1</sub>T<sub>3</sub>

c. RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub> = Ransum terfermentasi inokulan BR<sub>2</sub>T<sub>2</sub>

d. RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub> = Ransum terfermentasi inokulan BR<sub>2</sub>T<sub>3</sub>

4) Huruf sama pada baris yang sama menunjukkan nilai yang berbeda tidak nyata (P>0,05)

5) SEM=Standard Error of the Treatment Mean

Dihasilkannya nilai pH cairan rumen yang berbeda tidak nyata pada keempat perlakuan menunjukkan perbedaan perlakuan dalam hal ini jenis ransum yang diberikan tidak mengakibatkan terjadinya perbedaan derajat keasaman cairan rumen. Selain diakibatkan oleh adanya kemampuan *buffering capacity* yang tinggi pada sapi bali (Putra, 2004), juga sebagai akibat pemberian silase ransum yang mempunyai pH yang lebih rendah (dibandingkan dengan ransum tanpa terfermentasi) mengakibatkan produksi N-NH<sub>3</sub> yang tinggi pada pemberian ransum terfermentasi tersebut (Tabel 7) sehingga nilai pH cairan rumen menjadi normal kembali. Orskov (1995) menyatakan bahwa pH cairan rumen dipengaruhi juga oleh produksi amoniak cairan rumen, semakin tinggi produksi amoniak cairan rumen maka pH cairan rumen akan naik. Hal ini

disebabkan oleh sifat basa dari amoniak sehingga secara tidak langsung dapat menaikkan pH. Selain itu pemberian ransum yang mengandung jerami sebagai pakan serat pada keempat perlakuan akan merangsang sekresi saliva yang bersifat alkalis dan bersifat sebagai buffer bagi asam hasil fermentasi mikroba rumen (Arora, 1995).

Berbagai hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sapi bali mempunyai kemampuan tinggi dalam menormalkan/menyesuaikan pH rumen (*buffering capacity*). Hasil penelitian Mudita (2008) dan Mudita *et al* (2009 dan 2010) menunjukkan pemberian ransum berbeda {ransum dengan/tanpa suplementasi mineral vitamin (2008) atau ransum dengan/tanpa terfermentasi (2009)} pada sapi bali tetap menghasilkan pH rumen yang relatif sama dalam kisaran normal, pH 6,0 – 6,9. Riordan dan Valee (1976) serta Tillman *et al.*, (1989). Disamping itu adanya enzim karbonik anhidrase yang dalam rumen dapat menciptakan ekosistem rumen yang kondusif dalam bentuk keseimbangan asam basa.

### **Populasi protozoa**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata populasi protozoa pada perlakuan RB<sub>0</sub> adalah  $2,64 \times 10^4$  sel/ml cairan rumen. Pemberian RB<sub>1</sub>T<sub>3</sub>, RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub> dan RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub> mengakibatkan populasi protozoa rumen mengalami penurunan ( $P < 0,05$ ) masing-masing sebesar 63,63%; 76,89% dan 83,33% di bandingkan dengan perlakuan RB<sub>0</sub> (Tabel 7).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ransum terfermentasi ketiga inokulan (RBR<sub>1</sub>T<sub>3</sub>, RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub> dan RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub>) mengakibatkan populasi protozoa rumen turun secara nyata ( $P < 0,05$ ) sebesar 70,43 - 83,19% dibandingkan pemberian ransum tanpa terfermentasi inokulan (RB<sub>0</sub>) (Tabel 4.1). Hal ini mengindikasikan terjadinya defaunasi rumen sebagai akibat pemberian ransum terfermentasi ketiga inokulan yang diproduksi dari kombinasi cairan rumen dan rayap. Pemberian ransum terfermentasi yg mempunyai pH rendah telah mengakibatkan penurunan populasi protozoa sebagai akibat ketidakmampuan protozoa memanfaatkan pakan dengan pH rendah. Disamping itu, tingginya pasokan asam-asam organik pada pemberian ransum terfermentasi akan menekan aktivitas protozoa rumen yang akhirnya mengakibatkan meningkatnya kematian protozoa yang diindikasikan dari peningkatan produksi N-NH<sub>3</sub> rumen (William dan Coleman, 1988). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Putri *et al*

(2009); Wina (2005) yang menunjukkan pemberian ransum terfermentasi akan mengakibatkan terjadinya penurunan populasi protozoa.

Terjadinya penurunan populasi protozoa (defaunasi rumen) pada pemberian ransum berbasis limbah pertanian merupakan suatu hal yang positif. Hal ini mengingat penurunan populasi protozoa umumnya akan dibarengi dengan terjadinya peningkatan populasi bakteri rumen termasuk populasi bakteri pendegradasi serat kasar. Apalagi defaunasi tersebut terjadi sebagai akibat proses fermentasi menggunakan inokulan penelitian (RBR<sub>1</sub>T<sub>3</sub>, RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub> dan RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub>) yang mengandung berbagai mikroba pendegradasi serat, baik itu bakteri selulolitik maupun fungi selulolitik (tabel 3.4) sehingga populasi bakteri maupun fungi dalam rumen dapat meningkat. Mikroba pendegradasi serat kasar seperti bakteri selulolitik dan fungi selulolitik mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendegradasi bahan pakan yang mengandung serat kasar tinggi (ransum berbasis limbah pertanian) menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana (Kamra 2005; Russel *et al.*, 2009) dan Mudita *et al.*, (2012). Berbagai hasil penelitian juga menunjukkan defaunasi rumen akan meningkatkan produktivitas ternak sebagai akibat terjadinya peningkatan populasi bakteri khususnya bakteri pendegradasi serat (*cellulolytic bacteria*) sehingga pencernaan serat pakan akan meningkat dan suplai nutrisi bagi induk semang akan meningkat pula. Defaunasi juga akan meningkatkan terjadinya suplai mikrobial protein/sintesis protein mikroba yang merupakan sumber protein utama bagi induk semang/ternak itu sendiri (Mudita *et al.*, 2009;2010). Pathak (2008) mengungkapkan protein yang berasal dari mikroba rumen merupakan sumber utama asam amino yang dibutuhkan oleh ternak ruminansia. Chumpawadee *et al.* (2006) mengungkapkan protein mikroba menyumbangkan 70-80% asam amino untuk ternak ruminansia. Bahkan Russell *et al.* (2009) mengungkapkan sumbangan asam amino dari mikroba rumen ini bisa mencapai 90%.

### **Konsentrasi N-NH<sub>3</sub>**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rataan N-NH<sub>3</sub> pada perlakuan RB<sub>0</sub> (Ransum tanpa terfermentasi) adalah 12,4 mM. Pemberian RBR<sub>1</sub>T<sub>3</sub> (Ransum terfermentasi inokulan 10% cairan rumen dan 0,3% rayap), RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub> (Ransum terfermentasi inokulan 20% cairan rumen dan 0,2% rayap), dan RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub> (Ransum terfermentasi inokulan 20% cairan rumen dan 0,3% rayap), mengakibatkan peningkatan

konsentrasi N-NH<sub>3</sub> yaitu sebesar 24,29%; 25,78;31,79 dibandingkan dengan perlakuan RB<sub>0</sub>(Tabel 7).

Pada konsentrasi N-NH<sub>3</sub>, pemberian ransum terfermentasiinokulan (RBR<sub>1</sub>T<sub>3</sub>, RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub> dan RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub>) secara nyata ( $P < 0,05$ ) mampu meningkatkan produksi N-NH<sub>3</sub> rumen sebesar 24,33 - 31,79% dibandingkan dengan produksi N-NH<sub>3</sub> yang dihasilkan oleh ternak yang diberi ransum tanpa terfermentasi/RB<sub>0</sub> (12,14 mM) (Tabel 7). Hal ini diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu 1) fermentasi ke-3 inokulan mengakibatkan kandungan protein kasar pada ransum RBR<sub>1</sub>T<sub>3</sub>,RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub> dan RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub> meningkat (Tabel 6). Peningkatan kandungan protei kasar sudah tentu akan mengakibatkan produksi N-NH<sub>3</sub> meningkat (N-NH<sub>3</sub> merupakan hasil produksi pemecahan protein kasar dalam rumen).Peningkatan kandungan protein kasar ransum akan mengakibatkan semakin banyak jumlah substrat akan dapat dirombak oleh mikroba rumen menjadi N-NH<sub>3</sub>. Arora (1995) mengungkapkan protein kasar yang masuk dalam rumen akan dipecah menjadi amoniak/NH<sub>3</sub>. Peningkatan jumlah protein kasar yang dikonsumsi akan meningkatkan produksi NH<sub>3</sub> rumen 2).Pemberian ransum terfermantasi inokulan akan meningkatkan suplai N-NH<sub>3</sub> sebagai akibat protein pada pakan terfermentasi mempunyai sifat yang lebih mudah didegradasi menjadi amoniak di bandingkan dengan protein kasar pada ransum tanpa terfermentasi. Hal ini disebabkan proses fermentasi ransum akan memberi peluang pada bakteri/ mikroba proteolitik (mikroba pendegradasi protein) untuk memecah protein pakan menjadi amoniak/NH<sub>3</sub> (di luar tubuh ternak). Sehingga pemberian pakan/ransum terfermentasi akan meningkatkan suplai N-NH<sub>3</sub> dalam rumen. Hristov *et al.* (2004) menyatakan, bahwa konsentrasi N-NH<sub>3</sub> rumen cenderung lebih besar pada ternak yang diberi pakan dengan tingkat pencernaan protein yang lebih tinggi dibanding dengan pemberian pakan dengan tingkat pencernaan yang rendah.3) Adanya konsumsi protein kasar yang lebih tinggi pada sapi yang diberi ransum terfermentasi inokulan cairan rumen dan rayap akan mengakibatkan peningkatan produksi N-NH<sub>3</sub> (Lampiran 7). Hal ini mengingat protein pakan merupakan sumber utama N-NH<sub>3</sub> dalam rumen, 4) terjadinya defaunasi rumen/penurunan jumlah protozoa rumen juga akan memberi peluang peningkatan pertumbuhan dan aktifitasnya bakteri proiolitik rumen sehingga protein pakan dalam rumen akan segera dapat didegradasi menjadi amoniak sehingga konsentrasi NH<sub>3</sub> dalam rumen akan meningkat. Disamping itu protozoa yang mati dalam rumen juga memberikan sumbangan terhadap

peningkatan konsentrasi amoniak rumen sebagai akibat protozoa rumen yang mempunyai kandungan protein yang tinggi akan didegradasi dalam rumen membentuk  $\text{NH}_3$ . Leng (1997) menyatakan lebih dari 50% sel tubuh protozoa tersusun atas protein.

### VFA Parsial

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi asam asetat pada perlakuan  $\text{RB}_0$  adalah 23,45 mM. Pemberian  $\text{RBR}_1\text{T}_3$ ,  $\text{RBR}_2\text{T}_2$  dan  $\text{RBR}_2\text{T}_3$  mengakibatkan konsentrasi asam asetat rumen mengalami penurunan ( $P < 0,05$ ) masing-masing sebesar 33,30%; 30,40% dan 1,44% dibandingkan dengan perlakuan  $\text{RB}_0$ . Terhadap konsentrasi asam propionat, hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi asam propionat pada perlakuan  $\text{RB}_0$  adalah 6,76 mM. Pemberian  $\text{RBR}_1\text{T}_3$ ,  $\text{RBR}_2\text{T}_2$  dan  $\text{RBR}_2\text{T}_3$  mengakibatkan asam propionat rumen mengalami penurunan secara nyata ( $P < 0,05$ ) masing-masing sebesar 47,33%; 44,67%; 31,21% dibandingkan dengan perlakuan  $\text{RB}_0$ . Sedangkan terhadap konsentrasi asam Butirat, hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi asam butirat pada perlakuan  $\text{RB}_0$  adalah 0,33 mM. Pemberian  $\text{RBR}_1\text{T}_3$ ,  $\text{RBR}_2\text{T}_2$ , dan  $\text{RBR}_2\text{T}_3$  mengakibatkan konsentrasi asam butirat rumen mengalami penurunan secara nyata ( $P < 0,05$ ) masing-masing sebesar 55,91%; 56,35%; 45,98% dibandingkan dengan perlakuan  $\text{RB}_0$  (Tabel 7).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi VFA parsial, pemberian ransum terfermentasi mengakibatkan penurunan konsentrasi VFA parsial rumen (asetat, propionat, butirat) setelah 3 jam konsumsi ransum (Tabel 7). Data tersebut kemungkinan mengindikasikan VFA parsial pada sapi yang diberi ransum terfermentasi telah mengalami proses penyerapan/absorpsi sehingga konsentrasi VFA yang adakhususnya pada sapi yang diberi perlakuan  $\text{RBR}_1\text{T}_3$ ,  $\text{RBR}_2\text{T}_2$  dan  $\text{RBR}_2\text{T}_3$  merupakan konsentrasi VFA yang tersisa setelah proses penyerapan. Arora (1995); Leng dan Preston (1987) dan Tillman *et al* (1989) mengungkapkan VFA yang terbentuk dalam rumen akan segera diserap melalui dinding rumen dan diedarkan ke seluruh tubuh. Russel *et al* (2009) mengungkapkan pemberian ransum yang bersifat lebih mudah terfermentasi atau *fermentable* mengakibatkan produksi dan penyerapan VFA berlangsung dalam waktu yang lebih cepat, sehingga besar kemungkinan pemberian ransum  $\text{RBR}_1\text{T}_3$ ,  $\text{RBR}_2\text{T}_2$  dan  $\text{RBR}_2\text{T}_3$  yang mempunyai tingkat pencernaan

tinggi mengakibatkan penyerapan VFA akan berlangsung lebih cepat. Hal ini didukung oleh adanya produktivitas ternak yang lebih tinggi atau baik pada pemberian ransum terfermentasi dibandingkan dengan pemberian ransum tanpa terfermentasi, baik terhadap penambahan bobot badan/ PBBH maupun efisiensi pemanfaatan ransum/ FCR

Konsentrasi VFA parsial khususnya pada pemberian ransum terfermentasi (RBR<sub>1</sub>T<sub>3</sub>, RBR<sub>2</sub>T<sub>2</sub> maupun RBR<sub>2</sub>T<sub>3</sub>), peningkatan penggunaan cairan rumen dan/atau rayap akan mengakibatkan produksi VFA parsial dalam rumen mengalami peningkatan pula. Hal ini disebabkan karena peningkatan sumber inokulan baik cairan rumen maupun rayap akan meningkatkan suplai atau pasokan mikroba inokulan. Peningkatan populasi mikroba umumnya akan meningkatkan tingkat degradasi nutrisi dalam rumen termasuk di dalamnya peningkatan degradasi serat kasar pakan dalam rumen untuk membentuk komponen-komponen VFA.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemanfaatan inokulan yang diproduksi dari cairan rumen sapi bali dan rayap sebagai starter dalam fermentasi ransum dapat menurunkan populasi protozoa rumen dan konsentrasi VFA parsial (asetat, propionat, butirat).
2. Pemanfaatan inokulan yang diproduksi dari cairan rumen sapi bali dan rayap sebagai starter dalam fermentasi ransum dapat meningkatkan konsentrasi N-NH<sub>3</sub> cairan rumen sapi bali.

### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disarankan pengembangan usaha peternakan sapi bali berbasis limbah pertanian harus dibarengi dengan aplikasi teknologi pengolahan pakan salah satunya melalui aplikasi teknologi fermentasi inokulan yang diproduksi dari kombinasi limbah isi rumen sapi bali dan rayap agar dicapai peningkatan proses fermentasi dalam rumen pada sapi bali sehingga nantinya tentu akan berdampak positif terhadap produktivitas ternak yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arora, S.P.. 1995. Pencernaan Mikroba Pada Ruminansia. Terjemahan dari Microbial Digestion In Ruminants. Oleh Retno Murwani. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Chumpawadee, S., K. Sommart, T. Vongpralub and V. Pattarajinda. 2006. Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on ruminal fermentation, microbial protein synthesis, blood urea nitrogen and nutrient digestibility in beef cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19: 181-188.
- Direktorat Jendral Peternakan, Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2010. Blue Print. Program Swasembada Daging Sapi 2014. Available from: <http://www.ditjennak.go.id/regulasi%blueprint.pdf> (diakses 10 Februari 2012).
- Dewi, P.L. 2015 . populasi mikroba inokulan yang diproduksi dari limbah cairan rumen sapi bali dan rayap. Skripsi Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Udayana.
- Ginting, S.P.. 2004. Tantangan dan Peluang Pemanfaatan Pakan Lokal Untuk Pengembangan Peternakan Kambing di Indonesia. Loka Penelitian Kambing Potong. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. [cited 2007January30]. Available from: URL: <Http://peternakan.litbang.deptan.go.id>
- Giraldo S. K., Ashes J. K., Gordon G. L. R. and Philips M. W. 2004. Posibble contribution of rumen fungi to fiber digestions in sheep. *Proc. Nutr. Soc. Aust.* 10.
- Hau, D.K., M. Nenobais, J.Nulik, N.G.F. Katifana.. 2006. Pengaruh Probiotik Terhadap Kemampuan Cerna Mikroba Rumen Sapi Bali. [cited 2006 December24]. Available from: URL: <http://peternakan.litbang.deptan.go.id/>
- Hristov, A.N., R.P. Etter, J.K. Ropp, and K. L. Gradeen. 2004. *Effect of dietary crude protein leve and degradability on ruminal and nitrogen*
- Kaiser, A.G.. 1984. The Influence of Silase Fermentation On Animal Production. Silase in The 80s. Proceeding of a National Workshop, Armidale, New South Wales, Australia.
- Kamra, D. N. .2005. Rumen Microbial Ecosystem. Special Section: Microbial Diversity. *Current Science*. Vol. 89.No. 1. hal 124-135. [cited 2007Decembre20].
- Leng, R. A. 1997. Tree Foliage in Ruminant Nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma
- Mudita, I M., I G.L.O.Cakra, AA.P.P.Wibawa, dan N.W. Siti. 2009. Penggunaan Cairan Rumen Sebagai Bahan Bioinokulan Plus Alternatif serta Pemanfaatannya dalam Optimalisasi Pengembangan Peternakan Berbasis Limbah yang Berwawasan



Lingkungan. Laporan Penelitian Hibah Unggulan Udayana, Universitas Udayana, Denpasar.

- Mudita, I M., I W. Wirawan Dan AA. P.P. Wibawa. 2010. Suplementasi Bio-Multi Nutrien Yang Diproduksi Dari Cairan Rumen Untuk Meningkatkan Kualitas Silase Ransum Berbasis Bahan Lokal Asal Limbah. Laporan Penelitian Dosen Muda Unud, Denpasar
- Mudita, I M., I W. Wirawan, A.A.P.P. Wibawa, I G. N. Kayana. 2012. Penggunaan Cairan Rumen dan Rayap dalam Produksi Bioinokulan Alternatif serta Pemanfaatannya dalam Pengembangan Peternakan sapi bali Kompetitif dan Sustainable. Laporan Penelitian. Hibah Unggulan Perguruan Tinggi Universitas Udayana Tahun Pertama, Denpasar.
- Mudita, I. M. 2008. Sintesis Protein Mikroba Rumen Sapi Bali yang Diberi Ransum Komplit Berbasis Jerami Padi Amoniasi Urea dengan Suplementasi Multi Vitamin Mineral. Tesis PS Magister Ilmu Peternakan PPs Universitas Udayana.
- Mudita, I M., I W. Wirawan, I G. L. O. Cakra dan I.B. G. Partama. 2014. Optimising Rumen Function of Bali Cattle Fed Ration Based on Agriculture by-products with Supplementation of Multivitamins-Minerals. International Journal of Pure and Applied Bioscience. India
- Ogimoto, K. And S. Imai. 1981. Atlas of Rumen Microbiology. Japan Scientific Societies press, Tokyo.
- Orskov, E. R. 1995. Optimising Rumen Environment for Cellulose Digestion. Rumen Ecology Research Planning. Editor: R. J. Wallace and A. Lahlou-Kassi. Proceeding of a Workshop Held at ILRI. Addis Ababa. Ethiopia
- Pathak, A. K. 2008. Various factor affecting microbial protein synthesis in the rumen. *Veterinary World*, Vol. 1(6): 186-189.
- Prabowo, A., S. Padmowijoto, Z. Bachrudin, dan A. Syukur. 2007. Potensi Mikrobia Selulolitik Campuran dari Ekstrak Rayap, Larutan Feses Gajah dan Cairan Rumen Kerbau. *J. Indon. Trop. Anim. Agric.* 32[3] Sept. 2007
- Preston, T.R. and R.A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production System with Available Resources in The Tropic and Sub-Tropics. Penambul book. Armidale, Australia
- Purwadaria, T., T., Pius P. Ketaren, Arnold P. Sinurat, and Irawan Sutikno. 2003b. Identification and Evaluation of Fiber Hydrolytic Enzymes in The Extract of Termites (*Glyptotermes montanus*) for Poultry Feed Application. *Indonesian Journal of Agricultural Sciences* 4(2) 2003; 40-47

- Purwadaria, T., T., Puji Ardiningsip, Pius P. Ketaren dan Arnold P. Sinurat. 2004. Isolasi dan Penapisan Bakteri Xilanolitik Mesofil dari Rayap. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, Vol. 9, No. 2. September 2004, hlm. 59-62
- Putra, S. 1999. Peningkatan Performans Sapi Bali melalui Perbaikan Mutu Pakan dan Suplementasi Seng Asetat. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Putra, S. 2004. Manipulasi Mikroba dalam Fermentasi Rumen Salat Satu Alternatif untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Zat-Zat Makanan. Paper Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Denpasar.
- Putri, T. I., T.G.B. Yadnya, I M. Mudita, dan Budi Rahayu T.P. 2009. Biofermentasi Ransum Berbasis Bahan Lokal Asal Limbah Inkonvensional dalam Pengembangan Peternakan Sapi Bali Kompetitif dan Sustainable. Laporan Penelitian Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional. Universitas Udayana, Denpasar
- Riordan J.F. and B.C. Valle. 1976. In. Trace Elements in Human Heatl and Desase. I.p. 227. Academic Press. New York.
- Russell J.B., Wilson D.B. 1988. Potential opportunities and problems for genetically altered rumen microorganisms, *J. Nutr.* 118 (1988) 271–279.
- Steel, R. G. D. dan J. H Torrie. 1989. Prinsip dan Prosedur Statistika. Penerbit PT Gramedia, Jakarta
- Sunari, A., N. Avianto, M. N. Ritinov. 2010. Naskah Kebijakan (Policy Paper. Strategi dan Kebijakan Dalam Percepatan Pencapaian Swasembada Daging Sapi 2014. Suatu Penelaan Kongkrit. Penerbit Direktorat Pangan dan Pertanian. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). ISBN: 978-979-18416-5-8
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Labdosoekojo. 1989. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Watanabe H, Noda H, Tokuda G, Lo N. 1998. A Celulase gene of Termite Origin. *Nature* 394: 330-331
- Wibawa, A.A.P.P, I M. Mudita, I W. Wirawan, dan I G.L.O. Cakra. 2011. Aplikasi Teknologi Suplementasi dan Biofermentasi dalam Wafer Ransum Komplit Berbasis Limbah Inkonvensional dalam Pengembangan Peternakan Kambing *Sustainable* dengan Emisi Polutan Rendah. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun ke-3. Fakultas Peternakan Universitas udayana, Denpasar.
- Williams, A. G. and G. S. Coleman. 1988. The Rumen Protozoa. In: *The Rumen Microbial Ecosystem*. Edited by P. N. Hobson. Elsevier Applied Science.

Wina, E. 2005. Teknologi Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Pakan untuk Meningkatkan Produktivitas Ternak Ruminansia di Indonesia. Sebuah Review. *Wartazoa* Vol. 15 No. 4: 173-186.