



Submitted Date: October 14, 2020

Accepted Date: October 31, 2020

Editor-Reviewer Article: Eny Puspani & Dsk, Pt. Mas Ari Candrawati

SIFAT FISIK, KECERNAAN, DAN PRODUK FERMENTASI RUMEN SECARA *IN-VITRO* SILASE JERAMI PADI MENGGUNAKAN BIOKATALIS BAKTERI LIGNOSELULOLITIK

Putra, I M. D. Y., I M. Mudita, dan I N. S. Utama

PS Sarjana Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Denpasar, Bali

Email: dwiyadnyaputra@student.unud.ac.id Telepon: 081558352625

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui sifat fisik, pencernaan, dan produk fermentasi rumen secara *in-vitro* silase jerami padi yang menggunakan biokatalis bakteri lignoselulolitik. Studi dilaksanakan di Farm Sesetan dan Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Udayana yang dilakukan mulai bulan Januari-Maret 2020. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dari 6 perlakuan yaitu silase jerami padi tanpa biokatalis bakteri lignoselulolitik sebagai kontrol (JP0), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis BR₄LG* (JP1), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis BR₂CL* (JP2), menggunakan biokatalis bakteri *Aneurinibacillus sp. BT₄LS* (JP3), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₃CL* (JP4), dan menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₈XY* (JP5). Masing-masing perlakuan memiliki 3 ulangan. Variabel yang diamati yaitu sifat fisik, pencernaan, dan produk fermentasi rumen. Data dianalisis menggunakan sidik ragam. Hasil penelitian menunjukkan, perlakuan JP2 secara kuantitatif memiliki densitas tertinggi ($P>0,05$) sebesar 0,166g/ml. Perlakuan JP4 secara kuantitatif memiliki persentase daya serap air tertinggi ($P>0,05$) sebesar 369,55% dan menghasilkan persentase daya larut air dan N-NH₃ tertinggi ($P<0,05$) masing-masing sebesar 85,75% dan 12,39 mM. Perlakuan JP1 menghasilkan persentase KcBK dan KcBO tertinggi ($P<0,05$) masing-masing sebesar 51,55% dan 54,21%. Perlakuan JP5 menghasilkan VFA Total tertinggi ($P<0,05$) sebesar 180,52 mM. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan biokatalis bakteri lignoselulolitik dapat memperbaiki sifat fisik khususnya daya larut air serta meningkatkan pencernaan dan produk fermentasi rumen secara *in-vitro* dari silase jerami padi. Biokatalis bakteri terbaik dalam penelitian adalah *Bacillus substilis BR₄LG* menghasilkan KcBK dan KcBO tertinggi dan *Bacillus sp. BT₃CL* menghasilkan daya larut air dan N-NH₃ tertinggi.

Kata Kunci: Biokatalis bakteri lignoselulolitik, *In-vitro*, Jerami padi, Silase

PHYSICAL CHARACTERISTICS, DIGESTIBILITY, AND RUMEN FERMENTATION PRODUCTS *IN-VITRO* OF RICE STRAW SILAGE USING LIGNOCELLULOLYTIC BACTERIA BIOCATALYS

ABSTRACT

The study aims to determine the physical characteristics, digestibility, rumen fermentation products *in-vitro* of rice straw silage using lignocellulolytic bacteria biocatalys. This study has conducted at the Sesean Farm and the Laboratory of Nutrition and Animal Feed, Faculty of Animal Husbandry, Udayana University from January to March 2020. The design used has a completely randomized design (CRD) consisting of 6 treatments namely the silage of rice straw silage without lignocellulolytic bacteria biocatalys as a control (JP0), using a bacteria biocatalys *Bacillus substilis BR₄LG* (JP1), using a bacteria biocatalys *Bacillus substilis BR₂CL* (JP2), using a bacteria biocatalyst *Aneurinibacillus sp. BT₄LS* (JP3), using a bacteria biocatalys *Bacillus sp. BT₃CL* (JP4), and using a bacteria biocatalys *Bacillus sp. BT₈XY* (JP5) and each treatment has 3 replications. The observed variables were physical characteristics, digestibility and rumen fermentation products. Collected data were analyzed by analysis of variance. The results showed that quantitative JP2 treatment has the highest density ($P>0.05$) of 0,166 g/ml. Quantitative JP4 treatment has the highest percentage of water regain capacity ($P>0.05$) of 369,55% and resulted the highest percentage of water solubility and N-NH₃ ($P<0.05$) of 85,75% and 12,39 mM, respectively. P1 treatment resulted in the highest percentage of dry matter and organic matter digestion ($P<0.05$) of 51,55% and 54,21%, respectively. JP5 treatment resulted the highest VFA Total ($P<0.05$) of 180,52 mM. Based on these result can be concluded that the use of lignocellulolytic bacterial biocatalysts can improve physical characteristics, especially water solubility and increase digestion and rumen fermentation products *in-vitro* of rice straw silage. The best bacterial biocatalyst in this study has *Bacillus substilis BR₄LG* resulted the highest of dry matter and organic matter digestion and *Bacillus sp. BT₃CL* resulted the highest water solubility and N-NH₃.

Keywords: *Lignocellulolytic bacterial biocatalys, In-vitro, Rice straw, Silage*

PENDAHULUAN

Jerami padi merupakan limbah tanaman padi yang berpotensi dijadikan pakan ternak. Berdasarkan data dari badan pusat statistik pada tahun 2019, produksi jerami padi untuk dijadikan pakan ternak sebesar 0,44% dari produksi total gabah kering giling (GKG). Di Indonesia memproduksi 54,60 juta ton gabah kering giling (GKG), dimana diantaranya provinsi Bali menyumbang 579.321 ton (GKG) dari luas panen padi seluas 95.319 hektar (BPS, 2020).

Jerami padi mempunyai karakteristik kandungan protein kasar rendah serta serat kasar yang tinggi antara lain: selulosa, hemiselulosa, lignin dan silika (Greenland, 1984; Lamid *et al.*, 2013). Menurut Wanapat *et al.* (2013), kandungan protein kasar pada jerami padi sekitar

2-5%. Sementara dalam fraksi serat jerami padi mengandung selulosa 32%, hemiselulosa 24%, lignin 14,9%, dan silika 13,5% (Anwar, 2010; Putro, 2010).

Jerami padi memiliki kelemahan yaitu daya cerna yang rendah yang tercermin pula pada sifat fisik khususnya kelarutan dan sifat *bulky* dari jerami padi tersebut (Sarnklong *et al.*, 2010; Yanuartono *et al.*, 2017). Sehingga penggunaan jerami padi secara langsung atau sebagai pakan tunggal tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak (Turnip *et al.*, 2018).

Berbagai penelitian tentang inovasi teknologi yang terkait dengan pemanfaatan jerami padi sebagai sumber pakan berserat bagi ternak ruminansia sudah banyak dilaporkan (Kargbo *et al.*, 2009) diantaranya yaitu fermentasi pakan. Iglesias *et al.* (2014) mengungkapkan bahwa, fermentasi merupakan proses yang memanfaatkan mikroba dengan tujuan mengubah substrat menjadi produk tertentu seperti yang diharapkan. Fermentasi jerami dapat dilakukan secara anaerob dengan memanfaatkan campuran beberapa bakteri seperti bakteri proteolitik (Amin *et al.*, 2016), lignolitik, selulolitik (Wanapat *et al.*, 2013; Saritha *et al.*, 2015), lignoselulolitik dan lipolitik (Kausar *et al.*, 2010).

Mudita (2019) telah berhasil memperoleh lima isolat bakteri lignoselulolitik unggul dari cairan rumen sapi bali dan rayap unggul yang mempunyai kemampuan perombakan senyawa lignoselulosa dan dengan aktivitas spesifik enzim lignoselulase (*ligninase*, *endoglukanase*, *eksoglukanase*, dan *xylanase*) yang tinggi yaitu: 1) *Bacillus substilis BR₄LGBacillus substilis BR₂CL*, *Aneurinibacillus sp. BT₄LS*, *Bacillus sp. BT₃CL*, dan *Bacillus sp. BT₈XY*.

Pemanfaatan konsorsium bakteri lignoselulolitik unggul asal cairan rumen sapi bali dan rayap mampu menjadi biokatalisator pengolahan jerami padi serta dapat menambah kualitas silase jerami padi yang dihasilkan (Mudita, 2019). Dikatakan biokatalisator dikarenakan bakteri lignoselulolitik tersebut berfungsi sebagai katalis/katalisator yang mampu mempercepat proses terjadinya reaksi yang menggunakan suatu bahan yang berasal dari makhluk hidup (biokatalis) sama halnya dengan probiotik.

Namun sampai saat ini, informasi pemanfaatan bakteri lignoselulolitik unggul asal cairan rumen sapi bali dan rayap secara terpisah untuk meningkatkan sifat fisik, pencernaan, dan produk metabolit secara *in-vitro* silase jerami padi belum diperoleh, sehingga penelitian ini penting untuk dilaksanakan.

MATERI DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Farm Sesetan dan di Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ternak Fapet Unud dan dilaksanakan dari bulan Januari-Maret 2020.

Rancangan percobaan

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Enam perlakuan silase yaitu:

JP₀ : Silase jerami padi tanpa biokatalis bakteri lignoselulolitik

JP₁ : Silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis* BR₄LG

JP₂ : Silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis* BR₂CL

JP₃ : Silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Aneurinibacillus* sp. BT₄LS

JP₄ : Silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus* sp. BT₃CL

JP₅ : Silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus* sp. BT₈XY

Pembuatan inokulum

a. Isolat bakteri

Isolat bakteri merupakan bakteri yang diisolasi yang bertujuan untuk memisahkan strain dari populasi campuran mikroba. Isolat bakteri yang digunakan adalah bakteri lignoselulolitik unggul hasil isolasi dan seleksi Mudita (2019) yaitu *Bacillus substilis* BR₄LG, *Bacillus substilis* BR₂CL, *Aneurinibacillus* sp. BT₄LS, *Bacillus* sp. BT₃CL, dan *Bacillus* sp. BT₈XY. Kualitas masing-masing isolat bakteri lignoselulolitik disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas isolat bakteri lignoselulolitik

Kualitas	Isolat Bakteri Lignoselulolitik ¹⁾				
	IBL1	IBL2	IBL3	IBL4	IBL5
Degradasi Substrat (cm/15µl isolat)					
1. Asam Tanat (cm/15µl)	0,237	-	0,308	-	-
2. CMC (cm/15µl)	-	0,525	0,710	0,697	-
3. Avicel (cm/15µl)	-	0,664	0,669	0,643	-
4. Xylan (cm/15µl)	-	-	0,844	-	0,822
5. Dedak Padi	0,660	0,775	0,973	0,821	0,835
6. Jerami Padi	0,343	0,628	0,792	0,616	0,769
Aktivitas Enzim setelah inkubasi 30 menit (U= mmol/ml/menit)					
1. Ligninase (U)	3,044	-	1,739	-	-
2. Endoglukanase (U)	-	3,842	4,176	5,113	-
3. Eksoglukanase (U)	-	4,005	1,751	2,805	-
4. Xylanase (U)	-	-	725,959	-	749,306

Keterangan: Mudita (2019)

1) IBL1 = isolat *Bacillus substilis* BR₄LG, IBL2 = isolat *Bacillus substilis* BR₂CL, IBL3 = isolat *Aneurinibacillus* sp. BT₄LS, IBL4 = isolat *Bacillus* sp. BT₃CL, dan IBL5 = isolat *Bacillus* sp. BT₈XY

b. Medium inokulum

Pembuatan medium inokulum dilakukan dengan mencampur bahan medium inokulum hingga homogen dan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi bahan penyusun medium inokulum

No	Bahan Penyusun	Komposisi (%)
1	Nutrien Broth (NB) 1%	1
2	Molases	10
3	Urea	1
4	CMC (<i>Carboxy Methyl Cellulose</i>)	0,25
5	Pignox	0,15
6	Garam Dapur	0,25
7	Pupuk ZA	1
8	Air	Hingga volume 1 liter

Keterangan : Mudita (2019)

c. Produksi inokulum

Inokulum adalah kultur mikroba yang diinokulasikan ke dalam medium pada saat kultur mikroba tersebut pada fase pertumbuhan. Proses produksi inokulum dilakukan dengan mencampurkan 10% kultur mikroba (sesuai perlakuan) dengan 90% medium inokulum dalam kondisi anaerob (dengan dialiri gas CO₂), selanjutnya diinkubasi pada suhu 39°C selama 5-7 hari. Setelah masa inkubasi, inokulum siap dimanfaatkan (Mudita, 2019). Kualitas masing-masing inokulum bakteri tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kualitas masing-masing inokulum bakteri lignoselulolitik

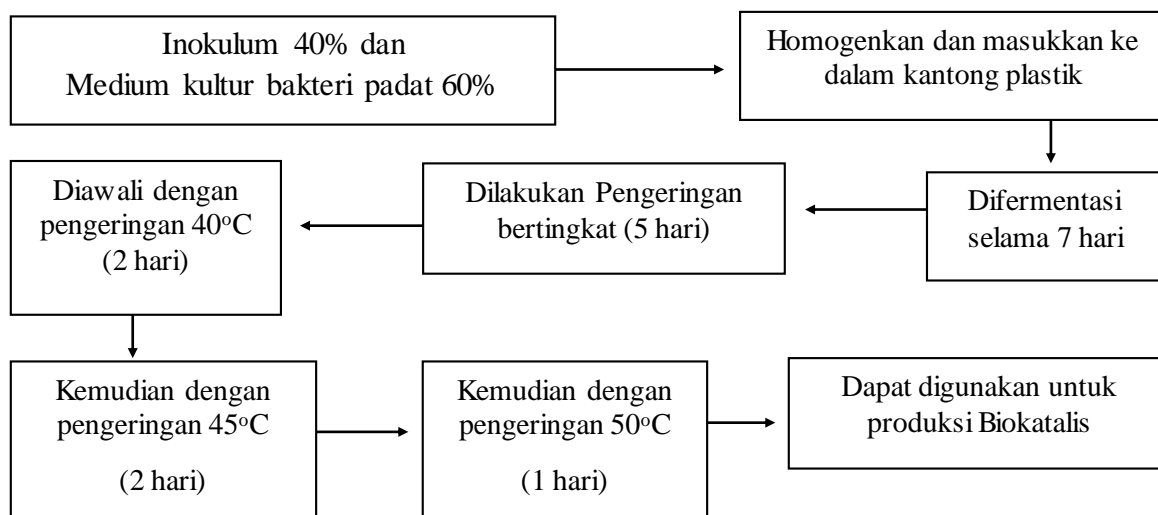
Kualitas	Inokulum Bakteri Lignoselulolitik ¹⁾				
	IN1	IN2	IN3	IN4	IN5
Populasi Bakteri (x 10 ⁸ CFU)	11,53	14,67	12,60	13,13	12,27
Degradasi Substrat (cm/15µl inokulum)					
1. Asam Tanat (cm/15µl)	1,021	1,000	1,011	1,003	0,997
2. CMC (cm/15µl)	1,121	1,129	1,137	1,148	1,118
3. Avicel (cm/15µl)	1,173	1,249	1,188	1,179	1,163
4. Xylan (cm/15µl)	1,213	1,318	1,235	1,312	1,323
Aktivitas Enzim setelah inkubasi 30 menit (U= mmol/ml/menit)					
1. Ligninase (U)	10,613	10,268	10,556	10,508	10,374
2. Endoglukanase (U)	17,080	19,347	19,451	20,057	16,719
3. Eksoglukanase (U)	15,951	18,111	16,289	17,269	16,124
4. Xylanase (U)	228,938	254,415	255,519	251,472	257,174

Keterangan: Mudita (2019)

1) IN1 = inokulum *Bacillus subtilis* BR₄LG, IN2 = inokulum *Bacillus subtilis* BR₂CL, IN3 = inokulum *Aneurinibacillus* sp. BT₄LS, IN4 = inokulum *Bacillus* sp. BT₃CL, dan IN5 = inokulum *Bacillus* sp. BT₈XY

Produksi bakalan biokatalis

Bakalan biokatalis merupakan proses produksi medium dalam kultur bakteri padat. Proses pembuatan kultur bakteri padat disajikan dalam diagram alir pada Gambar 1 dan komposisi bahan penyusun medium kultur bakteri padat dapat disajikan dalam Tabel 4 (Mudita *et al.* 2019).



Gambar 1. Diagram alir pembuatan kultur bakteri padat

Tabel 4. Komposisi bahan penyusun medium kultur bakteri padat (bakalan biokatalis)

No	Bahan Penyusun Kultur Bakteri Padat	Persentase (%)
1	Empok Jagung (gram)	25
2	Tepung Terigu	20
3	Molases (gram)	5
4	Urea	3
5	ZA	3
6	Nutrient Agar	0,05
7	Pignox	2
8	Garam Dapur	1,9
9	CMC	0,05
TOTAL		60

Produksi biokatalis lignoselulolitik

Komposisi bahan penyusun biokatalis disajikan pada Tabel 5 dan kualitas dari biokatalis bakteri lignoselulolitik disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Komposisi bahan penyusun biokatalis

No	BahanPenyusun	Komposisi (%)
1	Kultur bakteri padat (gram)	50
2	Amilum (Tepung Tapioka)	38
3	CaCO ₃	10
4	AsamSitrat	1
5	NaCl	0,5
6	CMC	0,25
7	Asam Tanat	0,25
TOTAL		100

Keterangan : Mudita *et al.*, (2019)

Tabel 6. Kualitas biokatalis bakteri lignoselulolitik

Variabel	Perlakuan ¹⁾					
	B0	B1	B2	B3	B4	B5
Populasi Bakteri (x10 ⁸ CFU)	1,67 ^a	5,77 ^b	7,33 ^b	6,30 ^b	6,57 ^b	6,13 ^{b2)}
Degradasi Substrat (cm/15µl)						
1. Asam tanat (cm/15µl)	0,68 ^a	1,00 ^b	0,98 ^b	0,99 ^b	0,98 ^b	0,97 ^b
2. CMC (cm/15µl)	0,80 ^a	1,11 ^b	1,10 ^b	1,11 ^b	1,12 ^b	1,09 ^b
3. Avicel (cm/15µl)	0,89 ^a	1,21 ^b	1,22 ^b	1,16 ^b	1,15 ^b	1,14 ^b
4. Xylan (cm/15µl)	1,01 ^a	1,28 ^b	1,31 ^b	1,21 ^b	1,29 ^b	1,30 ^b
Aktivitas Enzim inkubasi 30 menit						
1. Ligninase (U)	0,21 ^a	0,79 ^b	0,77 ^b	0,78 ^b	0,78 ^b	0,77 ^b
2. Endoglukanase (U)	6,44 ^a	14,75 ^c	17,11 ^d	17,22 ^d	17,85 ^d	14,39 ^b
3. Eksoglukanase (U)	6,76 ^a	14,46 ^b	16,62 ^c	14,80 ^b	15,78 ^c	14,64 ^b
4. Xylanase (U)	42,49 ^a	228,94 ^b	240,62 ^b	241,72 ^b	237,67 ^b	243,38 ^b

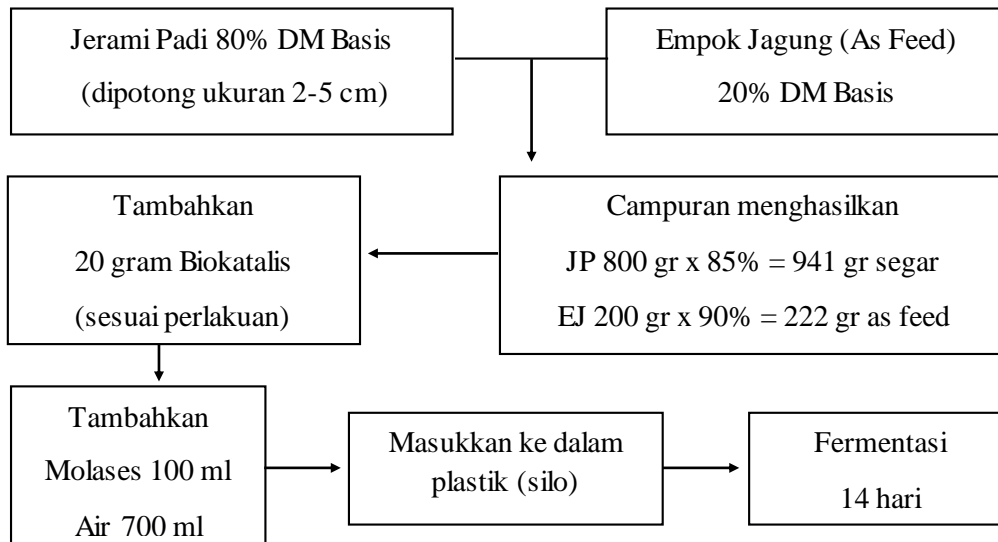
Keterangan: Prabowo (*in-press*)

- 1) B0 = tanpa biokatalis bakteri lignoselulolitik, B1 = biokatalis bakteri *Bacillus substilis* BR₄LG, B2 = biokatalis bakteri *Bacillus substilis* BR₂CL, B3 = biokatalis bakteri *Aneurinibacillus sp.* BT₄LS, B4 = biokatalis bakteri *Bacillus sp.* BT₃CL, dan B5 = biokatalis bakteri *Bacillus sp.* BT₈XY
- 2) Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata (P<0,05)

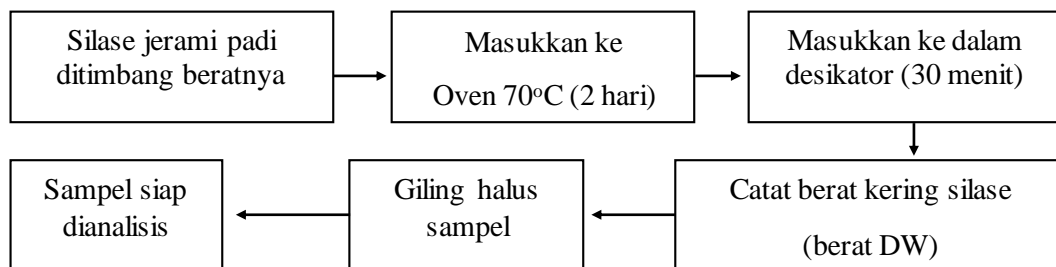
Produksi biokatalis dilakukan terlebih dahulu dengan mencampur secara homogen bakalan biokatalis dengan bahan pengisi mengikuti metode Ansar *et al.* (2009) yang dimodifikasi oleh Mudita *et al.* (2019).

Pembuatan silase jerami padi

Pembuatan silase jerami padi tersaji pada Gambar 2 dan kegiatan preparasi sampel disajikan pada Gambar 3. Kadar nutrisi dari silase jerami padi tersaji dalam Tabel 7.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan silase jerami padi (Mudita *et al.*, 2019)



Gambar 3. Diagram alir kegiatan preparasi sampel (Mudita *et al.*, 2019)

Tabel 7. Kandungan nutrisi silase jerami padi menggunakan biokatalis lignoselulolitik

Variabel	Perlakuan ¹⁾					
	JP0	JP1	JP2	JP3	JP4	JP5
Bahan Kering (%)	92,43 ^a	92,33 ^a	92,34 ^a	90,47 ^a	90,81 ^a	91,20 ^{a2)}
Bahan Organik (%)	79,49 ^a	80,53 ^a	80,95 ^a	81,14 ^a	80,53 ^a	81,15 ^a
Protein Kasar (%)	6,01 ^a	8,69 ^b	8,85 ^b	8,81 ^b	8,87 ^b	8,81 ^b
Serat Kasar (%)	19,28 ^b	15,14 ^a	15,19 ^{ab}	15,22 ^a	15,63 ^a	15,60 ^a
Lemak Kasar (%)	1,41 ^a	2,63 ^b	2,84 ^b	3,40 ^c	3,78 ^d	4,03 ^d
BETN (%)	45,22 ^a	46,40 ^a	46,42 ^a	44,19 ^a	43,06 ^a	43,91 ^a
Abu (%)	20,51 ^a	19,47 ^a	19,05 ^a	18,86 ^a	19,47 ^a	18,85 ^a

Keterangan: Arjani (*in-press*)

- 1) JP0 = Silase jerami padi difermentasi tanpa biokatalis bakteri lignoselulolitik, JP1 = menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus subtilis BR₄LG*, JP2 = menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus subtilis BR₂CL*, JP3 = menggunakan biokatalis bakteri *Aneurinibacillus sp. BT₄LS*, JP4 = menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₃CL*, dan JP5 = menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₈XY*
- 2) Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata ($P < 0,05$)

Silase jerami padi pada setiap unit percobaan dibuat sebanyak 1 kg dan untuk penambahan 20 gram biokatalis pada perlakuan kontrol diganti dengan penambahan 20 ml air bersih.

Pengambilan cairan rumen

Cairan rumen dipakai untuk analisis pencernaan *in-vitro* dan produk fermentasi rumen, diambil dari Rumah Potong Hewan (RPH) yang berada di Pesanggaran, Denpasar. Cairan rumen diambil menggunakan termos yang sebelumnya diisi air hangat, yang bertujuan untuk menciptakan suasana hangat ketika cairan rumen dimasukkan. Sesaat sebelum memasukkan cairan rumen, air panas dalam termos harus dibuang, agar tidak tercampur. Kemudian cairan rumen diperas menggunakan kain kasa dan dimasukkan ke dalam termos yang panas. Tutup rapat termos dan segera dibawa ke Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Udayana.

Variabel yang diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah sifat fisik (densitas/keambaan, daya serap air, dan daya larut air), pencernaan bahan kering dan bahan organik dan produk fermentasi rumen (VFA Total dan N-NH₃) secara *in-vitro* silase jerami padi.

Analisis data

Data yang diperoleh pada penelitian ini, dianalisis menggunakan sidik ragam, apabila nilai rata-rata perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada peubah yang diamati, analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference*/HSD (Sastrosupadi, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik

a. Densitas (g/ml)

Nilai densitas silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri lignoselulolitik menghasilkan rata-rata densitas berbeda tidak nyata ($P > 0,05$). Hal ini disebabkan karena turunnya kandungan serat kasar pada jerami padi, belum mampu secara nyata meningkatkan kandungan BETN silase jerami padi (Tabel 7). Menurut Dewi *et al.* (2020) BETN merupakan golongan karbohidrat non-struktural yang mudah dicerna yang memiliki kerapatan atau nilai densitas yang lebih tinggi dari serat kasar. Sedangkan SK adalah golongan karbohidrat struktural yang sulit untuk dicerna yang memiliki sifat lebih amba.

Tabel 8. Sifat fisik silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri lignoselulolitik

Parameter	Perlakuan ¹⁾						SEM ²⁾
	JP0	JP1	JP2	JP3	JP4	JP5	
Densitas (g/ml)	0,155 ^a	0,166 ^a	0,193 ^a	0,162 ^a	0,169 ^a	0,178 ^{a3)}	0,008
Daya Serap Air (%)	129,08 ^a	348,79 ^a	319,17 ^a	330,84 ^a	369,55 ^a	350,01 ^a	79,38
Daya Larut Air (%)	69,43 ^a	84,33 ^b	81,65 ^{ab}	84,06 ^{ab}	85,75 ^b	83,92 ^{ab}	3,10

Keterangan:

- 1) Silase jerami padi difermentasi tanpa biokatalis bakteri lignoselulolitik (JP0), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus subtilis BR₄LG* (JP1), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus subtilis BR₂CL* (JP2), menggunakan biokatalis bakteri *Aneurinibacillus sp. BT₄LS* (JP3), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₃CL* (JP4), dan menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₈XY* (JP5)
- 2) *Standard Error Of The Treatment Means*
- 3) Nilai dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata ($P < 0,05$)

Namun secara kuantitatif, silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri lignoselulolitik mempunyai rata-rata densitas lebih tinggi sebesar 0,162-0,193 g/ml dari perlakuan kontrol (JP0) (Tabel 8). Hal ini disebabkan karena kandungan serat kasar pada perlakuan biokatalis bakteri lignoselulolitik lebih rendah dari perlakuan kontrol sebesar

19,28% (Tabel 7). Sehingga dapat diprediksi komponen serat kasar dari jerami padi tersebut telah mampu dirombak menjadi monosakarida (glukosa) atau oligosakarida (selubiosa). Akibatnya silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri lignoselulolitik mampu meningkatkan nilai densitas. Sudarmin *et al.* (2019) menambahkan semakin rendah kandungan serat kasarnya maka semakin tinggi densitas ransum. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Deswanto *et al.* (2020) berupa silase batang pisang disuplementasi hijauan kembang telang (*Clitoria ternatea*) dengan level 30% menghasilkan densitas tertinggi sebesar 0,17 g/ml daripada perlakuan lainnya sebesar 0,14-0,15 g/ml, akibat dari kandungan serat kasar terendah sebesar 19,00%.

b. Daya serap air (%)

Persentase daya serap air silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri lignoselulolitik menghasilkan rata-rata persentase daya serap air berbeda tidak nyata ($P>0,05$). Hal ini disebabkan karena kandungan bahan organik yang dihasilkan juga berbeda tidak nyata ($P>0,05$). Namun secara kuantitatif, silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri lignoselulolitik mempunyai rata-rata daya serap air lebih tinggi sebesar 319,17%-369,55% dari perlakuan kontrol (JP0) (Tabel 8). Hal ini disebabkan karena silase jerami padi dapat mengikat air akibat dari kandungan bahan organik berupa serat kasar yang telah dirombak oleh biokatalis bakteri lignoselulolitik menjadi monosakarida atau oligosakarida, sehingga pakan lebih mudah dimasuki mikroba rumen untuk didegradasi. Suhartati *et al.* (2004) menambahkan daya serap air yang tinggi membuat pakan lebih terbuka terhadap serangan bakteri rumen sehingga pencernaan pakan juga menjadi meningkat. Hasil penelitian ini sejalan dengan Taqwa *et al.* (2020) berupa silase daun mengkudu menggunakan inokulum *Saccharomyces cerevisiae* memperoleh nilai daya serap air sebesar 196,33% akibat dari kandungan bahan organik sebesar 87,30% lebih tinggi dari perlakuan kontrol sebesar 86,91%.

c. Daya larut air (%)

Silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₃CL* (JP4), memiliki rata-rata persentase daya larut air tertinggi sebesar 85,75% dan lebih tinggi ($P<0,05$) dari perlakuan JP0 sebesar 69,43% serta lebih tinggi ($P>0,05$) dari perlakuan JP1, JP2, JP3, dan JP5 masing-masing sebesar 84,33%, 81,65%, 84,06%, dan 83,92% (Tabel 8). Hal ini disebabkan karena tingginya aktivitas enzim *endoglukanase* pada periode inkubasi 30 menit sebesar 0,79 U yang mampu merombak senyawa selulosa menjadi lebih mudah terlarut dalam rumen (Tabel 6). Dengan kata lain, bantuan enzim *endoglukanase* tersebut asal biokatalis

bakteri *Bacillus sp. BT₃CL* (JP₄), mampu memotong secara acak rantai senyawa dari selulosa dan menghasilkan oligosakarida. Sehingga panjang rantai polisakarida semakin berkurang dan dapat lebih mudah didegradasi (Lynd *et al.*, 2002; Taqwa, 2020). Deswanto *et al.* (2020) menambahkan bahan pakan yang mudah larut akan lebih mudah didegradasi didalam rumen. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Taqwa *et al.* (2020) berupa silase daun mengkudu menggunakan *Bacillus sp. Strain BT₃CL* memperoleh nilai daya larut air tertinggi sebesar 33,63% dibandingkan dengan perlakuan lainnya sebesar 32,38%-32,56%.

Di samping itu penggunaan biokatalis bakteri *Bacillus sp. Strain BT₃CL* (JP₄) mampu menghasilkan silase jerami padi dengan kandungan protein kasar tertinggi sebesar 8,87% daripada perlakuan lainnya sebesar 6,01%-8,85% (Tabel 7). Hal ini diduga karena protein tergolong dalam bahan organik yang mudah larut (terdegradasi). Dimana pakan yang mudah larut, berarti pakan tersebut mampu dimanfaatkan oleh bakteri rumen untuk memperbanyak diri. Dengan tingginya populasi bakteri maka enzim yang dihasilkan juga tinggi dan pada akhirnya mampu meningkatkan pencernaan pakan. Menurut Riswadi (2014) tingginya kandungan protein dalam pakan dapat mengakibatkan populasi dan aktifitas mikroba rumen meningkat sehingga pencernaan pakan akan meningkat pula. Sehingga peningkatan protein kasar mampu secara nyata meningkatkan daya larut air pakan.

Kecernaan *in-vitro*

a. Kecernaan bahan kering/KcBK (%)

Silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis BR₄LG*(JP₁), memiliki rataan kecernaan bahan kering tertinggi sebesar 51,55% dan lebih tinggi ($P < 0,05$) dari JP₀, JP₂, dan JP₅ masing-masing sebesar 46,74%, 49,08, dan 48,83, serta lebih tinggi ($P > 0,05$) dari JP₃ dan JP₄ masing-masing sebesar 50,12% dan 49,91% (Tabel 9). Hal ini disebabkan karena pada perlakuan JP₁ mampu menurunkan kandungan serat kasar pada silase jerami padi. Sehingga pakan mudah dirombak oleh mikroba rumen dan mampu meningkatkan kecernaan pakan. Dibuktikan dengan kandungan serat kasar pada perlakuan JP₁ mendapatkan hasil lebih rendah sebesar 15,14% dari perlakuan lainnya (15,19%-19,28%) (Tabel 7). Menurut Dewi *et al.* (2020) semakin tinggi SK makasemakin kuat dinding selnya, yang artinya semakin sulit bahan pakan tersebut terdegradasi. AAK (2008) menambahkan semakin tua umur tanaman maka semakin tinggi serat kasarnya karena semakin banyak serabut yang diselubungi oleh lignin dan membuat tanaman menjadi keras, juga semakin rendah pula kecernaannya.

Tabel 9. Kecernaan *in-vitro* silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri lignoselulolitik

Parameter	Perlakuan ¹⁾						SEM ²⁾
	JP0	JP1	JP2	JP3	JP4	JP5	
KcBK (%)	46,74 ^a	51,55 ^c	49,08 ^b	50,12 ^{bc}	49,91 ^{bc}	48,83 ^{b3)}	0,39
KcBO(%)	48,26 ^a	54,21 ^c	52,68 ^{bc}	52,28 ^{bc}	50,76 ^{abc}	50,33 ^{ab}	0,75

Keterangan:

- 1) Silase jerami padi difermentasi tanpa biokatalis bakteri lignoselulolitik (JP0), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis BR₄LG* (JP1), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis BR₂CL* (JP2), menggunakan biokatalis bakteri *Aneurinibacillus sp. BT₄LS* (JP3), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₃CL* (JP4), dan menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₈XY* (JP5)
- 2) *Standard Error Of The Treatment Means*
- 3) Nilai dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata ($P < 0,05$)

Di samping itu karena adanya aktivitas enzim lignanase inkubasi 30 menit sebesar 0,21 U pada perlakuan JP1 yang mampu mendegradasi kandungan lignin pada jerami padi, sehingga fraksi serat lainnya menjadi lebih mudah dirombak (Tabel 6). Sudirman *et al.* (2015) menambahkan lignin berikatan kuat dengan hemiselulosa dan selulosa, sehingga dengan adanya kandungan lignin akan menghambat pencernaan hemiselulosa dan selulosa. Sehingga dapat dipastikan juga menghambat pencernaan silase jerami padi akibat dari fraksi serat yang tidak terdegradasi. Hasil dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Saputra *et al.* (2019) berupa silase jerami padi menggunakan 50 ml cairan rumen segar/kg jerami meningkatkan KcBK sebesar 49,20% akibat dari cairan rumen yang mengandung banyak mikroba rumen yang dapat membantu degradasi serat kasar yang terkandung dalam jerami padi, sehingga dapat meningkatkan kualitas silase jerami padi tersebut.

b. Kecernaan bahan organik/KcBO (%)

Silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis BR₄LG* (JP1) juga memiliki rata-rata pencernaan bahan organik (KcBO) tertinggi sebesar 54,21% dan lebih tinggi ($P < 0,05$) dari perlakuan JP0 dan JP5 masing-masing sebesar 48,26% dan 50,33%, serta lebih tinggi ($P > 0,05$) dari perlakuan JP2, JP3, dan JP4 masing-masing sebesar 52,68%, 52,28%, 50,76% (Tabel 9). Hal ini disebabkan karena KcBK dari silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis BR₄LG* (JP1) menghasilkan rata-rata sebesar 51,55% lebih tinggi dari perlakuan kontrol (Tabel 9). Peningkatan KcBO dipengaruhi oleh KcBK karena BO merupakan bagian dari BK (Karbohidrat, Lemak, Protein). Menurut Dewi *et al.* (2020) menyatakan BO adalah komponen penyusun BK yang menunjukkan meningkatnya KcBO sejalan dengan KcBK. Menurut Andayani (2010) menambahkan nilai KcBO sejalan dengan

nilai KcBK, hal ini disebabkan karena BO merupakan bagian dari BK. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Saputra *et al.* (2019) berupa silase jerami padi menggunakan 50 ml cairan rumen segar/kg jerami meningkatkan KcBO sebesar 58,05% akibat KcBK meningkat sebesar 49,20%.

Produk fermentasi rumen

a. VFA Total (mM)

Silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₈XY* (JP5), memiliki rata-rata VFA Total tertinggi sebesar 180,52 mM dan lebih tinggi ($P < 0,05$) dari perlakuan JP0, JP2, dan JP3 masing-masing sebesar 94,35 mM, 165,73 mM, dan 158,19 mM, serta lebih tinggi ($P > 0,05$) dari perlakuan JP1 dan JP4 masing-masing sebesar 175,17 mM dan 177,68 mM (Tabel 10). Hal ini disebabkan karena kandungan hemiselulosa berupa xylan pada silase jerami padi lebih mudah dirombak untuk dijadikan VFA dengan ditandai adanya aktivitas enzim xylanase inkubasi 30 menit yang tinggi sebesar 243,38 U (Tabel 6). Hemiselulosa kurang tahan terhadap reaksi kimia dibanding selulosa, sehingga akan lebih mudah dihidrolisis oleh bakteri hemiselulolitik menjadi monomer yang mengandung glukosa, galaktosa, xilosa dan arabinosa dengan hasil akhir berupa asam lemak terbang (VFA) (Novika, 2013; Tuo, 2016; Tillman *et al.*, 1991). Konsentrasi VFA Total yang dihasilkan pada penelitian ini adalah 94,56-186,17 mM. Dilihat dari pernyataan McDonald *et al.* (2011) produksi VFA Total bagi kelangsungan hidup ternak berkisar 70-150 mM. Hal ini menunjukkan konsentrasi VFA Total telah mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroba yang optimal.

Tabel 10. Produk fermentasi rumen secara *in-vitro* silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri lignoselulolitik

Parameter	Perlakuan ¹⁾						SEM ²⁾
	JP0	JP1	JP2	JP3	JP4	JP5	
VFA Total (mM)	94,35 ^a	175,17 ^d	165,73 ^c	158,19 ^b	177,68 ^d	180,52 ^{d3)}	1,44
N-NH ₃ (mM)	11,16 ^a	11,93 ^b	12,18 ^{bc}	11,94 ^b	12,39 ^c	12,03 ^{bc}	0,08

Keterangan:

- 1) Silase jerami padi difermentasi tanpa biokatalis bakteri lignoselulolitik (JP0), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis BR₄LG* (JP1), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus substilis BR₂CL* (JP2), menggunakan biokatalis bakteri *Aneurinibacillus sp. BT₄LS* (JP3), menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₃CL* (JP4), dan menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT₈XY* (JP5)
- 2) Standard Error Of The Treatment Means
- 3) Nilai dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata ($P < 0,05$)

b. N-NH₃ (mM)

Silase jerami padi menggunakan biokatalis bakteri *Bacillus sp. BT3CL* (JP4), memiliki rata-rata N-NH₃ tertinggi sebesar 12,39 mM dan lebih tinggi ($P < 0,05$) dari perlakuan JP0, JP1, dan JP3 masing-masing sebesar 11,16 mM, 11,93 mM, dan 11,94 mM, serat lebih tinggi ($P > 0,05$) dari perlakuan JP2 dan JP5 masing-masing sebesar 12,18 mM dan 12,03 mM (Tabel 10). Hal ini disebabkan karena adanya kandungan protein kasar yang tinggi yang mengakibatkan N-NH₃ juga meningkat. Dibuktikan dengan kandungan protein kasar pada perlakuan JP4 sebesar 8,87% dan lebih tinggi dari perlakuan lainnya sebesar 6,01% - 8,85% (Tabel 7). Menurut Saputra *et al.* (2019) peningkatan kandungan protein kasar akan mengakibatkan produksi NH₃ meningkat. Hristov *et al.* (2004) menambahkan bahwa konsentrasi NH₃ rumen cenderung lebih besar pada ternak yang diberi pakan dengan tingkat pencernaan protein yang lebih tinggi dibanding dengan pemberian pakan dengan tingkat pencernaan protein yang rendah. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Saputra *et al.*, (2019) berupa silase jerami padi menggunakan 50 ml cairan rumen segar/kg jerami meningkatkan NH₃ sebesar 8,29%, akibat dari kandungan protein kasar meningkat dari 4,10% menjadi 9,01% atas bantuan bakteri selulolitik yang diisolasi dari cairan rumen dalam proses fermentasi jerami padi.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan biokatalis bakteri lignoselulolitik unggul dapat memperbaiki sifat fisik khususnya daya larut air serta dapat meningkatkan pencernaan bahan kering serta bahan organik secara *in-vitro* dan produk fermentasi rumen (VFA Total dan N-NH₃) dari silase jerami padi. Biokatalis bakteri terbaik dalam penelitian ini adalah *Bacillus substilis BR4LG* menghasilkan KcBK dan KcBO tertinggi dan *Bacillus sp. BT3CL* menghasilkan daya larut air dan N-NH₃ tertinggi.

Saran

Berdasarkan penelitian dapat disarankan untuk memanfaatkan biokatalis bakteri lignoselulolitik untuk menghasilkan silase jerami padi yang berkualitas. Penelitian ini juga perlu dilakukan penelitian lanjutan secara *in-vivo*, agar dapat mengevaluasi kembali penggunaan biokatalis bakteri lignoselulolitik kepada ternak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr.dr. A. A. RakaSudewi, Sp.S (K) selaku Rektor Universitas Udayana dan Dr. Ir. I Nyoman Tirta Ariana, M.S selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Udayana yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan di Program Studi Sarjana Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 2008. Teknik Bercocok Tanam Jagung. Kanisius. Jogyakarta.
- Amin, M., S.D. Hasan, O. Yanuartono, M. Iqbal, dan I W. Karda. 2016. Peningkatan kualitas jerami padi menggunakan teknologi amoniasi fermentasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Indonesia* Vol. 2 (1): 96-103.
- Andayani, J. 2010. Evaluasi pencernaan *in-vitro* bahan kering, bahan organik, protein kasar pengguna kulit buah jagung amoniasi dalam ransum ternak sapi. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan*. XIII (5) : 252-259.
- Ansar, B. Rahardjo, Z. Noor, dan Rochmadi. 2009. Optimasi teknik pembuatan tablet *effervescent* sari buah dengan response surface method. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Vol. 20 (1): 25-31.
- Anwar, Nadiem, A. Widjaja, dan S. Winardi. 2010. Peningkatan unjuk kerja hidrolisis enzimatik jerami padi menggunakan campuran selulase kasar dari *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger*. *Makara Sains*, Vol. 14 (2): 113-116.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2019. Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan Badan Pusat Statistik Indonesia. Jakarta.
- Deswanto, I W. Suarna, dan N.N. Suryani. 2020. Sifat fisik dan kandungan serat kasar silase batang pisang disuplementasi berbagai level hijauan kembang telang (*Clitoria ternatea*). *E-Journal Peternakan Tropika* Vol. 8 (2): 268-278. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/tropika/article/view/61413/35388>
- Dewi, O., N.N. Suryani, dan I M. Mudita. 2020. Kecernaan bahan kering dan bahan organik secara *in-vitro* dari silase kombinasi batang pisang dengan kembang telang (*Clitoria ternatea*). *E-Journal Peternakan Tropika* Vol. 8 (1): 60-73. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/tropika/article/view/58294/34003>
- Greenland, D. J. 1984. *Upland rice*. *Outlook on Agriculture* 14: 2126.
- Hristov, A.N., R.P. Etter, J.K. Ropp, and K.L. Grandeen. 2004. *Effect of dietary crude protein leve and degradability on ruminal and nitrogen utilization in lactating dairy cows*. *Journal of Animal Science* Vol. 82 (11): 3219-3229.
- Iglesias, A., A. Pascoal, A.B. Choupina, C.A. Carvalho, X. Feás, and L.M. Estevinho. 2014. *Developments in the fermentation process and quality improvement strategies for mead production*. *Molecules* 19: 12577-12590.

- Kargbo, F.R., J. Xing, and Y. Zhang. 2009. *Pretreatment for energy use of rice straw: a review*. African Journal of Agricultural Research. 4 (12): 1-6.
- Kausar, H., M. Sariah, H.M. Saud, M.Z. Alam and M.R. Ismail. 2010. *Development of compatible lignocellulolytic fungal consortium for rapid composting of rice straw*. Int. Biodeter. Biodegr. 64 (7):594-600.
- Lamid, M., N.N. T. Puspaningsih, and M. Sarwoko. 2013. *Addition of lignocellulolytic enzymes into rice straw improves in-vitro rumen fermentation products*. J. Appl. Environ. Biol. Sci., 3 (9): 166-171.
- Lynd, L.R., P.J. Weimer, W.H.V. Zyl, and I.S. Pretorius. 2002. *Microbial cellulose utilization, Fundamental and Biotechnology*. Microbiol Molecul Bio. 66 (3): 506-577.
- McDonald P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh, and C.A. Morgan. 2011. *Animal Nutrition*. 7 th edition. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Mudita, I M. 2019. Penapisan dan Pemanfaatan Bakteri Lignoselulolitik Cairan Rumen Sapi Bali dan Rayap Sebagai Inokulan dalam Optimalisasi Limbah Pertanian Sebagai Pakan Sapi Bali. Disertasi. Program Studi Doktor Ilmu Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Denpasar.
- Mudita, I M., I G.L.O. Cakra, I N.S. Utama, dan I G. Mahardika. 2019. Formulasi Biokatalis Bakteri Lignoselulolitik Sebagai Pengolahan Limbah Pada Usaha Peternakan Sapi Bali. Usulan Penelitian Inovasi Udayana Bidang Usaha Ketahanan Pangan, Energi dan Lingkungan, Universitas Udayana.
- Novika, D. 2013. Degradasi Fraksi Serat (NDF, ADF, Selulosa dan Hemiselulosa) Ransum yang Menggunakan Daun Coklat secara *In-vitro*. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat.
- Putro, G.A. 2010. Pengaruh Supplementasi Probiotik Cair EM4 Terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Ransum Domba Lokal Jantan. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Riswadi. 2014. Evaluasi pencernaan silase rumput kumpai (*Hymenachne acutigluma*) dengan penambahan legum turi mini (*Sesbania rostrata*). Jurnal Peternakan Sriwijaya. 3 (2): 43-52.
- Saputra, I K.T.A., A.A.A.S. Trisnadewi, dan I G.L.O. Cakra. 2019. Kecernaan *in vitro* dan produk fermentasi dari silase jerami padi yang dibuat dengan penambahan cairan rumen. E-Journal Peternakan Tropika Vol. 7 (2): 647-660. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/tropika/article/view/50724/30051>
- Saritha, M., R. Tiwari, S. Singh, S. Rana, A. Adak, A. Sharma, A. Arora, and L. Nain. 2015. *Bioprospecting for superior biomass hydrolysing fungi from diverse habitats*. J. Biodivers. Biopros. Dev. 2 (2): 1-7.
- Sarnklong, C., J.W. Cone, W. Pellikaan, and W.H. Hendriks. 2010. *Utilization of rice straw and different treatments to improve its feed value for ruminants: a review*. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 23 (5): 680-692.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang pertanian. Edisi Revisi. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

- Sudarmin, B.F., N.N. Suryani, dan N.P. Mariani. 2019. Komposisi kimia dan sifat fisik ransum sapi bali di penampungan ternak desa nongan. E-Journal Peternakan Tropika Vol. 7 (1): 281-290. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/tropika/article/view/47707/28550>
- Sudirman, Suhubdy, S.D. Hasan, S.H. Dilaga, dan I.W. Karda. 2015. Kandungan (NDF) dan (ADF) bahan pakan lokal ternak sapi yang dipelihara pada kandang kelompok. Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia. 1, 66-70.
- Suhartati, F.M., W. Suryapratama, dan S. Rahayu. 2004. Analisis sifat fisik rumput lokal. Animal Production Vol. 6 (1): 37-42.
- Taqwa, R.M., N.P. Mariani, dan I M. Mudita. 2020. Sifat fisik, produk fermentasi rumen dan pencernaan *in-vitro* silase daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) menggunakan inokulum berbeda. E-Journal Peternakan Tropika Vol. 8 (3): 462-473 <https://ojs.unud.ac.id/index.php/tropika/article/view/63693/36308>
- Tillman, A.D., H. Hartadi., S. Reksohadiprodjo., S. Prawirokusumo., dan S. Lebdoekadjo, 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tuo, M. 2016. Kandungan Hemiselulosa, Selulosa, dan Lignin Silase Pakan Lengkap Berbahan Utama Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) dengan Lama Inkubasi yang Berbeda. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Turnip, D., R.E. Mirwandhono, dan Hasnudi. 2018. Pemanfaatan jerami padi dengan berbagai teknologi pengolahan pakan terhadap persentase non karkas dan persentase daging tanpa tulang pada domba jantan lokal. J. Peternakan Integratif Vol. 2 (1): 31-41.
- Wanapat, M., S. Kang, N. Hankla, and K. Phesatcha. 2013. *Effect of rice straw treatment on feed intake, rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows*. Afr. J. Agric. Res. 8 (17): 1677-1687.
- Yanuartono, H. Purnamaningsih, S. Indarjulianto dan A. Nururrozi. 2017. Potensi jerami sebagai pakan ternak ruminansia. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan 27 (1): 40-62.