



e-Journal
FADET UNUD

e-Journal

Peternakan Tropika

Journal of Tropical Animal Science

email: peternakantropika_ejournal@yahoo.com

email: jurnaltropika@unud.ac.id



Universitas
Udayana

KANDUNGAN NUTRIEN DAN POPULASI BAKTERI BIOSUPLEMEN YANG DIPRODUKSI MELALUI PROSES FERMENTASI MENGGUNAKAN INOKULAN CACING TANAH (*Lumbricus rubellus*)

ANDIKA, I G B., I M. MUDITA, N. W. SITI DAN I N. S. SUTAMA

Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Denpasar

E-mail: bensonandika@gmail.com HP. 085936110393

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan nutrisi dan populasi bakteri biosuplemen yang diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Kelima perlakuan tersebut terdiri atas SB0 sebagai biosuplemen kontrol tanpa difermentasi inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan SB1, SB2, SB3 serta SB4 yang masing-masing diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan inokulan BC1, BC2, BC3 dan BC4 {inokulan yang diproduksi dari 1, 2, 3 dan 4 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) per liter}. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah kandungan bahan kering, bahan organik, protein kasar, serat kasar, lemak kasar, kalsium, fosfor, serta populasi total bakteri, bakteri selulolitik, bakteri xylanolitik dan bakteri amilolitik biosuplemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulan BC1, BC2, BC3 dan BC4 yang digunakan dalam proses fermentasi biosuplemen berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kandungan bahan kering, bahan organik, serat kasar, protein kasar dan populasi bakteri, serta tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan lemak kasar, kalsium dan fosfor biosuplemen. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) mampu menghasilkan biosuplemen berbasis limbah dan gulma tanaman pangan dengan kandungan nutrisi dan populasi bakteri pendegradasi serat, serta rendah serat kasar.

Kata Kunci: Biosuplemen, Fermentasi, Nutrien, Populasi Bakteri, dan Cacing Tanah (Lumbricus rubellus)

NUTRIENT CONTENT AND BACTERIAL POPULATION OF BIOSUPPLEMENT PRODUCED BY FERMENTATION PROCESS USING EARTHWORMS INOCULANT (*Lumbricus rubellus*)

ABSTRACT

This research aims to determine the nutrient content and bacterial populations of biosupplement that produced through a fermentation process using earthworm inoculant (*Lumbricus rubellus*). The design used in this research was completely randomized design (CRD)

with five treatments and three replications. Five treatments consisted of SB0 as biosupplement control without fermented earthworm inoculants (*Lumbricus rubellus*) and SB1, SB2, SB3 and SB4, each produced by a fermentation process using inoculant BC1, BC2, BC3 and BC4 {inoculant produced from 1, 2, 3 and 4 grams of earthworms (*Lumbricus rubellus*) per liter}. The variables measured in this research was the content of dry matter, organic matter, crude protein, crude fiber, crude fat, calcium, phosphorus, as well as the total population of bacteria, cellulolytic bacteria, xylanolitik bacterial and amylolytic bacterial of biosupplement. The results showed that the inoculant BC1, BC2, BC3 and BC4 were used in the fermentation process biosupplement significant effect ($P > 0.05$) on dry matter content, organic matter, crude fiber, crude protein and bacterial populations, and no significant effect ($P < 0.05$) on the content of crude fat, calcium and phosphorus of biosupplement. Based on the results of this research concluded that fermentation using earthworm inoculant (*Lumbricus rubellus*) able to produce waste-based biosupplement and weed crops with the nutrients and fiber degrading bacteria population, as well as low crude fiber.

Keywords: Biosupplement, Fermentation, Nutrients, Bacteria Population, and Earthworms (Lumbricus Rubellus)

PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah dan gulma tanaman pangan sebagai pakan merupakan salah satu alternatif solusi yang sangat mungkin untuk dilakukan. Beberapa limbah dan gulma tanaman pangan mempunyai potensi yang cukup baik untuk dimanfaatkan sebagai pakan suplemen. Dilihat dari segi kandungan nutrien, beberapa jenis limbah dan gulma tanaman pangan mempunyai kandungan nutrien yang cukup baik untuk memenuhi kebutuhan ternak. Kandungan protein kasar bungkil kelapa berkisar antara 20-26%, sedangkan kandungan energi termetabolisnya sebesar 1640 kkal/kg (Bidura, 2007). Selanjutnya dilaporkan bahwa dedak padi mempunyai kandungan protein antara 12-13,5% dan energi termetabolisnya sekitar 1640-1890 kkal/kg. Hasil analisis kandungan nutrien daun apu yang bersumber dari sawah, menunjukkan hasil bahwa protein kasar daun apu adalah sebesar 14,00%; serat kasar 19,71%; lemak kasar 1,54%; abu 19,70% dan kandungan energi termetabolisnya 1444,47 kkal/kg bahan (Sumaryono, 1999). Soewardi dan Utomo (1975) mengemukakan bahwa kandungan protein enceng gondok adalah 11,95%, sedangkan serat kasarnya sebesar 37,10%. Pemanfaatan limbah dan gulma tanaman pangan sebagai pakan maupun suplemen selain akan mengurangi dampak negatif dari limbah itu sendiri, juga akan mengurangi potensi persaingan antara kebutuhan ternak dan manusia.

Selain memiliki potensi yang cukup baik saat ini pemanfaatan bahan pakan asal limbah dan gulma tanaman pangan sebagai pakan ternak masih kurang optimal dan menghadapi beberapa

kendala (Ginting, 2007). Sehubungan dengan sifat bahan pakan asal limbah yang kurang menguntungkan, seperti mudah rusak, pencernaan rendah dan masih terkandungnya senyawa anti nutrisi seperti lignin, silika, kitin, theobromine, tannin, kafein, asam sianida serta keratin yang dapat menurunkan kualitas ransum (Ginting, 2007). Bahan pakan asal limbah dan gulma tanaman pangan juga mempunyai kualitas yang rendah dan defisien mineral terutama Ca, P, Mg, Cu, Zn, Co, Mn, Fe, S, vitamin A dan vitamin E (Subadiasa, 1997). Untuk mengatasi beberapa permasalahan dan faktor pembatas tersebut, salah satu alternatif solusi yang dapat dilakukan adalah dengan penerapan teknologi suplementasi dan fermentasi.

Kompiang *et al.* (1994) mengungkapkan bahwa proses fermentasi dapat meningkatkan ketersediaan zat-zat makanan seperti protein dan energi metabolis serta mampu memecah komponen kompleks menjadi komponen sederhana. Pangestu (1997) mengungkapkan bahwa kandungan serat kasar dalam bahan pakan terfermentasi menurun secara nyata, dan sebaliknya kandungan protein dan energi meningkat. Winarno (1980) juga mengungkapkan bahwa ransum yang mengalami biofermentasi memiliki nilai gizi yang lebih tinggi daripada bahan asalnya, karena adanya enzim yang dihasilkan oleh mikroba selama fermentasi berlangsung. Dalam proses fermentasi sendiri jumlah mikroba mengalami peningkatan (Mangisah *et al.*, 2009). Selama proses fermentasi berlangsung akan terjadi perubahan pH, kelembaban dan aroma serta perubahan komposisi zat makanan seperti protein, lemak, serat kasar, karbohidrat, vitamin dan mineral (Bidura, 2007).

Dalam proses fermentasi pakan atau pakan suplemen, ketersediaan inokulan merupakan hal yang cukup penting. Salah satu inokulan yang dapat digunakan adalah berasal dari cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) sebagai salah satu binatang yang mampu mendegradasi berbagai bahan organik berpotensi digunakan sebagai inokulan yang baik dalam produksi biosuplemen berbasis limbah dan gulma tanaman pangan. Hal ini dikarenakan dalam saluran pencernaannya mengandung berbagai konsorsium mikroba sinergis seperti protozoa dan bakteri, serta berbagai enzim seperti *lipase*, *protease*, *urease*, *selulase*, *amilase*, dan *chitinase*. Susanti (2007) mengungkapkan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) mengandung bakteri selulolitik. Selain itu, mukus dalam saluran pencernaan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) mengandung berbagai nutrisi (karbohidrat, protein, bahan mineral dan bahan organik, serta berbagai asam amino) dan hormon (Pathma dan Sakthivel, 2012). Cacing tanah mempunyai kandungan protein kasar yang tinggi sekitar 48,5%-61,9% (Resnawati, 2002), kaya akan asam

amino prolin sekitar 15% dari 62 asam amino (Cho *et al.*, 1998). Palungkun (1999) melaporkan bahwa kandungan protein cacing tanah mencapai 64-76%. Selain protein, kandungan nutrisi lainnya yang terdapat dalam tubuh cacing tanah antara lain lemak 7-10%, kalsium 0,55%, fosfor 1% dan serat kasar 1,08%.

Pemanfaatan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dalam produksi inokulan yang akan dimanfaatkan sebagai starter biosuplemen limbah dan gulma dan tanaman pangan diyakini akan menghasilkan produk biosuplemen yang berkualitas. Penelitian sejenis yang dilakukan Mudita *et al.* (2009-2012) menunjukkan pemanfaatan 2-6% cairan rumen sapi bali dan/atau rayap mampu menghasilkan silase ransum limbah pertanian dengan kandungan bahan kering dan nutrisi, serta populasi mikroba pendegradasi serat yang cukup tinggi. Dewi *et al.* (2013) juga menunjukkan pemanfaatan isi rumen 40 dan 60% mampu menghasilkan biosuplemen dengan kandungan nutrisi dan populasi mikroba yang cukup tinggi, serta efektifitas yang cukup baik sebagai suplemen pakan berbasis limbah dan gulma tanaman pangan bagi itik bali jantan.

Namun tidak dapat dipungkiri bahwa informasi mengenai pemanfaatan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) sebagai inokulan dalam penerapan teknologi suplementasi dan proses fermentasi masih belum banyak diperoleh. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan nutrisi dan populasi bakteri dari biosuplemen limbah dan gulma tanaman pangan yang diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan inokulan yang mengandung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) sebagai sumber inokulan. Melalui penelitian ini diharapkan mampu diproduksi biosuplemen limbah dan gulma tanaman pangan yang mempunyai nutrisi dan populasi bakteri pendegradasi serat yang tinggi.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Lama Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Denpasar selama 4 bulan. Penelitian dimulai pada 24 Agustus 2014 dan selesai pada 14 Desember 2014.

Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) yang digunakan sebagai sumber inokulan diperoleh dari areal di sekitar Stasiun Penelitian Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Badung. Sebelum dimanfaatkan sebagai sumber inokulan, cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) terlebih dahulu dicuci bersih menggunakan aquades, yang selanjutnya dibuat menjadi larutan 10% menggunakan blender (tiap 1 gram ditambahkan 9 ml NaCl 0,9%) hingga homogen dan siap dimanfaatkan sebagai sumber inokulan.

Medium Inokulan

Medium inokulan dibuat dari kombinasi beberapa bahan (Tabel.1) yang dicampur homogen dan disterilisasi dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121⁰ C. Setelah mulai dingin (T ± 39⁰ C) medium siap dimanfaatkan.

Inokulan

Inokulan diproduksi dengan menginokulasikan sumber konsorsium mikroba yaitu cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (sesuai perlakuan) pada medium inokulan secara *anaerob* (sambil dialiri gas CO₂). Selanjutnya bakalan inokulan yang telah tercampur diinkubasi selama 7 hari pada suhu 39⁰ C dan inokulan yang telah jadi/tumbuh siap dimanfaatkan. Jenis inokulan yang diproduksi antara lain:

- BC1 = inokulan yang diproduksi dari 1 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (10 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan
- BC2 = inokulan yang diproduksi dari 2 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (20 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan
- BC3 = inokulan yang diproduksi dari 3 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (30 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan
- BC4 = inokulan yang diproduksi dari 4 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (40 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan

Biosuplemen

Biosuplemen yang diproduksi pada penelitian ini ada lima jenis, yaitu biosuplemen basal/SB0 (biosuplemen tanpa terfermentasi inokulan sebagai biosuplemen kontrol); SB1, SB2, SB3 dan SB4 {biosuplemen yang diproduksi dengan proses fermentasi menggunakan empat level (1, 2, 3 dan 4 gram dalam 1 liter) inokulan konsorsium mikroba cacing tanah}. Biosuplemen dibuat dalam bentuk pelet dengan mencetak secara langsung menggunakan mesin peleting.

Kelima produk biosuplemen diproduksi menggunakan suplemen basal yang disusun dengan memanfaatkan berbagai limbah dan gulma tanaman pangan yang sebelumnya disterilisasi terlebih

dahulu dengan sinar UV selama 24 jam dalam *laminar air flow*. Komposisi bahan penyusun biosuplemen basal disajikan pada Tabel 3.4.

Produksi biosuplemen dilakukan dengan metode fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). Proses fermentasi dilakukan dengan cara setiap 1 kg (DM) produk biosuplemen berbasis limbah difermentasi menggunakan larutan inokulan yang mengandung 50 ml inokulan (sesuai perlakuan), 50 ml molases dan 900 ml air. Kemudian dicampur hingga homogen dan sesegera mungkin dimasukkan ke dalam wadah plastik berpenutup rapat dan diisi hingga penuh (padat). Kemudian diinkubasi secara anaerob pada suhu ruang selama 1 minggu. Setelah selesai masa inkubasi produk biosuplemen dikeringkan secara bertahap (pengeringan bertingkat) dengan oven pada suhu 39-42°C sampai kadar air produk 20-25% (pengeringan berlangsung selama ±3 hari). Setelah pengovenan selesai, produk biosuplemen siap dimanfaatkan untuk kegiatan penelitian.

Tabel 1. Komposisi medium inokulan (dalam 1 liter)

No	Bahan Penyusun	Komposisi
1	Thioglicollate medium (g)	1
2	Molases (g)	25
3	Urea (g)	1
4	Asam tanat (g)	0,5
5	Carboxymethylcellulose/CMC (g)	0,5
6	Tepung kedele (g)	1
7	Tepung jagung (g)	1
8	Tepung daun Apu (g)	0,5
9	Tepung enceng gondok (g)	0,5
10	Tepung tapioka (g)	0,5
11	Mineral-vitamin “pignox” (g)	1
12	Aquades	hingga volumenya menjadi 1 liter

Tabel 2. Kandungan nutrisi inokulan

Bioinokulan ¹	Kandungan Nutrien inokulan				
	P	Ca	Zn	S	Protein terlarut
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
BC 1	132,21a ²	1275,00a	7,29a	227,33a	4,03a
BC 2	149,95ab	1281,25a	7,51a	232,67a	4,34a
BC 3	151,29b	1242,50a	7,76a	232,67a	4,39a
BC 4	132,47ab	1155,83a	7,57a	236,00a	4,17a
SEM ³	4,60	96,97	0,22	6,30	0,14

Sumber: Kadek Permana Putra (2015, Unpublished)

Tabel 3. Populasi mikroba dan derajat keasaman inokulan

Perlakuan / jenis bioinokulan	Populasi mikroba					pH
	Total bakteri	Bakteri Selulolitik	Bakteri Amilolitik	Bakteri Proteolitik	Total Fungi	
	$\times 10^9$ sel/ml	$\times 10^8$ sel/ml	$\times 10^8$ sel/ml	$\times 10^8$ sel/ml	$\times 10^4$ sel/ml	
BC 1	7.77a	1.18a	6.60a	4.03a	2.92a	3,81a
BC 2	8.85a	1.35a	6.87a	4.67a	2.99a	3,64a
BC 3	8.88a	1.73a	7.37a	4.83a	3.23a	3,53a
BC 4	9.40a	1.76a	6.73a	4.97a	3.52a	3,64a
SEM	0,66	0,17	0,92	1,29	0,61	00,09

Sumber: Kadek Permana Putra (2015, Unpublished)

1) Perlakuan yang diberikan (jenis bioinokulan yang diproduksi)

BC1 = Bioinokulan yang diproduksi dari 1 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (10 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan

BC2 = Bioinokulan yang diproduksi dari 2 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (20 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan

BC3 = Bioinokulan yang diproduksi dari 3 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (30 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan

BC4 = Bioinokulan yang diproduksi dari 4 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (40 ml larutan cacing tanah 10%) dalam 1 liter medium inokulan

2) Huruf yang sama pada kolom sama, berbeda tidak nyata ($P > 0,05$)

3) SEM = *Standard Error of The Treatment Means*

Tabel 4. Komposisi bahan penyusun biosuplemen basal

No	Bahan Penyusun Suplemen	Jumlah (% DM)
1	Jagung	28
2	Dedak padi	20
3	Bungkil kelapa	10
4	Kedele	10
5	Tepung tapioca	5
6	Ampas tahu	5
7	Molases	5
8	Minyak kelapa	2
9	Daun gamal	4,5
10	Enceng gondok	5
11	Daun apu	5
12	Garam dapur	0,4
13	Mineral-vitamin "Pignox"	0,1
Total		100

Sarana dan Prasarana Penunjang

Sarana dan prasarana penunjang yang digunakan pada penelitian ini meliputi sampel cacing tanah yang masih hidup sebagai sumber konsorsium mikroba inokulan, larutan NaCl 0,9%, medium pertumbuhan mikroba selektif (*thioglicollate medium*), peralatan analisis proksimat, *laminar air flow*, *water bath*, inkubator 39°C, mikropipet, pengaduk magnetik, autoklaf, pipet otomatis, api bunsen, tanur, fortteks, sentrifuse, hemositometer, kamera, jangka sorong, lemari pendingin, *drough force oven*, timbangan elektrik, lampu uv, desikator, mikro kjeldahl, peralatan analisis serat, tabung reaksi, gelas ukur, kapas, gelas beaker, erlenmeyer, cawan petri, ember, kantong kertas, lilin, korek, dan alat tulis.

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan didasarkan pada jenis biosuplemen yang diproduksi yang terdiri atas:

- SB0 = biosuplemen yang diproduksi tanpa proses fermentasi inokulan
- SB1 = biosuplemen yang diproduksi dengan proses fermentasi inokulan BC1
- SB2 = biosuplemen yang diproduksi dengan proses fermentasi inokulan BC2
- SB3 = biosuplemen yang diproduksi dengan proses fermentasi inokulan BC3
- SB4 = biosuplemen yang diproduksi dengan proses fermentasi inokulan BC4

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini terdiri atas:

1. Kandungan bahan kering (BK) dan nutrien biosuplemen yang meliputi: bahan organik (BO), protein kasar (PK), serat kasar (SK), lemak kasar (LK), kalsium (Ca) dan phosphor (P).

Analisis dilakukan dengan metode AOAC (1980). Bahan kering ditentukan dengan cara mengeringkan sampel pada oven 105°C, bahan organik ditentukan dengan membakar sampel pada tanur selama 3-6 jam T 500-600°C, serat kasar ditentukan menggunakan penangas pasir/hot plate, protein kasar diukur dengan metode semi mikro kjelhdal (ICW). Analisis kandungan Ca dan P dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan pengabuan basah, selanjutnya kadar Ca dianalisis dengan *EDTA Method*. Analisis kadar P dilakukan dengan terlebih dahulu membuat kurve standar sehingga nilai standar kurve diketahui dan dilanjutkan menggunakan larutan standar P menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometre/AAS* pada panjang gelombang 660 nm.

2. Populasi bakteri biosuplemen yang meliputi: total bakteri, bakteri selulolitik, bakteri xylanolitik dan bakteri amilolitik.

Pengamatan populasi bakteri dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan kultivasi suplemen dalam medium pertumbuhan mikroba (untuk menumbuhkan total bakteri menggunakan NA/Nutrien Agar, dan untuk menumbuhkan bakteri selulolitik, bakteri xylanolitik serta bakteri amilolitik pada masing-masing medium ditambahkan Carboxymethylcellulose/CMC, xylan dan pati/amilum). Kultivasi dilakukan pada beberapa pengenceran (10^{-3} , 10^{-5} , 10^{-7}) dan ditumbuhkan dalam inkubator T39°C selama 5 hari. Penghitungan mikroba menggunakan *direct counting*.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam/Anova. Apabila terdapat hasil berbeda nyata ($P < 0,05$) diantara perlakuan maka analisis dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan's (Sastrasupadi, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Nutrien Biosuplemen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biosuplemen yang diproduksi tanpa proses fermentasi (SB0) mempunyai kandungan bahan kering (% segar basis), bahan organik dan protein kasar sebesar 77,90%; 88,22%; dan 15,75%, sedangkan aplikasi/pemanfaatan teknologi fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) 1, 2, 3 dan 4 gram/liter (perlakuan SB1, SB2, SB3 dan SB4) mampu meningkatkan secara nyata ($P < 0,05$) kandungan bahan kering (% segar basis), bahan organik, dan protein kasar masing-masing sebesar 9%; 9,8%; 12% dan 13,9%; 2,1%; 2,2%; 3% dan 3,1% serta 17,1%; 24,2%; 24,7% dan 26,4%. Proses fermentasi menggunakan inokulan BC4 pada perlakuan SB4 menghasilkan biosuplemen dengan kandungan bahan kering (% segar basis), bahan organik dan protein kasar tertinggi, yaitu 88,75%; 90,94% dan 19,91% (Tabel 5).

Kandungan serat kasar pada proses fermentasi menggunakan inokulan BC1 pada perlakuan SB1; inokulan BC2 pada perlakuan SB2; inokulan BC3 pada perlakuan SB3 dan inokulan BC4 pada perlakuan SB4 mampu secara nyata ($P < 0,05$) menurunkan kandungan serat kasar biosuplemen masing-masing sebesar 22,68%; 31,13%; 38,84% dan 41,95% dibandingkan dengan

biosuplemen yang diproduksi tanpa proses fermentasi (SB0) (12,30%). Perlakuan SB4 yang menggunakan inokulan BC4 menghasilkan biosuplemen dengan kandungan serat kasar terendah, yaitu 7,14% (Tabel 4.1), sedangkan terhadap kandungan lemak kasar, kalsium dan fosfor hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (BC1, BC2, BC3 dan BC4) tidak mengakibatkan kandungan lemak kasar, kalsium dan fosfor yang berbeda nyata ($P>0,05$) dibandingkan dengan biosuplemen yang diproduksi tanpa proses fermentasi (SB0) yang mempunyai kandungan lemak kasar, kalsium dan fosfor sebesar 7,40%; 0,88% dan 0,75% (Tabel 1).

Tabel 5. Kandungan nutrisi biosuplemen

Peubah	Perlakuan ¹					SEM ³
	SB0	SB1	SB2	SB3	SB4	
BK (% segar basis)	77,90d ²	84,93c	85,53c	87,27b	88,75a	0,29
BO (% DM basis)	88,22c	90,08b	90,12b	90,91a	90,94a	0,13
SK (% DM basis)	12,30a	9,51bc	8,47c	7,46c	7,14c	0,42
PK (% DM basis)	15,75d	18,44cd	19,56bc	19,64a	19,91a	0,33
LK (% DM basis)	7,40a	7,77a	7,51a	7,77a	7,26a	0,14
Kalsium (% DM basis)	0,88a	0,84a	0,84a	0,84a	0,85a	0,02
Phosphor/P (% DM basis)	0,75a	0,75a	0,77a	0,77a	0,82a	0,04

Keterangan

- 1) Perlakuan yang diberikan
 - SB0 = Suplemen yang diproduksi tanpa fermentasi inokulan
 - SB1 = Suplemen yang diproduksi dengan fermentasi inokulan BC1
 - SB2 = Suplemen yang diproduksi dengan fermentasi inokulan BC2
 - SB3 = Suplemen yang diproduksi dengan fermentasi inokulan BC3
 - SB4 = Suplemen yang diproduksi dengan fermentasi inokulan BC4
- 2) Huruf yang sama pada baris sama, berbeda tidak nyata ($P>0,05$)
- 3) SEM = *Standard Error of The Treatment Means*

Kandungan bahan kering dan nutrisi suatu pakan/ransum dan/atau *feed supplement* sangat dipengaruhi oleh jenis, komposisi dan kualitas bahan penyusunnya, perlakuan/teknologi pengolahan yang diberikan dan kandungan ikutan lain yang disertakan dalam proses produksinya, serta kondisi lingkungan pada saat produksi. Biosuplemen yang disusun dari berbagai sumber yang berkualitas akan menghasilkan biosuplemen yang berkualitas tinggi, terutama mempunyai kandungan protein yang tinggi (Subandiyono dan Hastuti, 2010). Aplikasi teknologi yang tepat juga akan dapat meningkatkan kualitas biosuplemen yang dihasilkan. Pada penelitian ini

juga tampak jelas bahwa aplikasi teknologi fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) pada perlakuan SB1, SB2, SB3 dan SB4 mampu meningkatkan kandungan bahan kering, bahan organik dan protein kasar biosuplemen, serta mampu menurunkan kandungan serat kasar biosuplemen. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi teknologi fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) cukup efektif untuk meningkatkan kualitas biosuplemen limbah dan gulma tanaman pangan yang dihasilkan. Disamping itu, pemanfaatan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) yang dibiakkan dalam medium inokulan kaya nutrisi secara nyata mampu meningkatkan kandungan bahan kering dan nutrisi biosuplemen.

Tabel 5 menunjukkan terjadi peningkatan kandungan bahan kering dan bahan organik pada biosuplemen SB1, SB2, SB3 dan SB4 dibandingkan dengan SB0 sebesar 9%; 9,8%; 12% dan 13,9%;; 2,1%; 2,2%; 3% dan 3,1%. Peningkatan kandungan bahan kering dan bahan organik biosuplemen SB1, SB2, SB3 dan SB4 dibandingkan dengan SB0 selain merupakan respon dari penggunaan medium inokulan yang merupakan sumber nutrisi bagi bakteri, juga berasal dari peningkatan populasi bakteri inokulan yang tetap tumbuh dan beraktivitas pada biosuplemen yang diproduksi. Produk fermentasi sendiri biasanya mempunyai nilai nutrisi yang lebih tinggi daripada bahan aslinya karena adanya enzim yang dihasilkan dari mikroba (Winarno dan Fardiaz, 1980). Penambahan berbagai bahan substrat yang merupakan penyusun medium inokulan juga mengakibatkan peningkatan kandungan bahan kering, bahan organik dan protein kasar biosuplemen. Achmanto *et al.* (1987) menyatakan penggunaan aditif campuran dalam proses fermentasi mampu meningkatkan kadar protein. Penambahan berbagai bahan sumber karbohidrat tinggi seperti tepung jagung akan merangsang berlangsungnya proses fermentasi oleh mikroba, yang berdampak pada peningkatan kualitas nutrisi produk fermentasi. Untuk penambahan bahan sumber mineral dalam proses fermentasi akan mampu menaikkan kandungan biomassa hasil fermentasi yang selanjutnya terlihat pada terjadinya peningkatan bahan organik (Suprayogi, 2010). Riswandi (2014) juga menyatakan bahwa penambahan bahan lain dalam proses fermentasi seperti dedak halus dan dedak ubi kayu dapat menurunkan pH, meningkatkan kualitas bahan kering dan protein kasar serta menurunkan serat kasar.

Populasi Bakteri Biosuplemen

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa populasi bakteri yang terdiri atas total bakteri, bakteri selulolitik, bakteri xylanolitik dan bakteri amilolitik dari biosuplemen adalah

berbeda nyata ($P < 0,05$). Populasi total bakteri biosuplemen SB0 sebagai biosuplemen kontrol adalah $0,10 \times 10^7$ sel/ml, sedangkan populasi total bakteri SB1, SB2, SB3 dan SB4 berturut-turut adalah $4,44 \times 10^7$ sel/ml; $5,08 \times 10^7$ sel/ml; $5,18 \times 10^7$ sel/ml dan $5,28 \times 10^7$ sel/ml. Populasi bakteri selulolitik pada perlakuan SB0, SB1, SB2, SB3 dan SB4 adalah sebesar $0,08 \times 10^6$ sel/ml; $0,91 \times 10^6$ sel/ml; $1,11 \times 10^6$ sel/ml; $1,31 \times 10^6$ sel/ml dan $1,26 \times 10^6$ sel/ml. Untuk populasi bakteri xylanolitik dan amilolitik adalah sebesar $0,09 \times 10^6$ sel/ml; $3,72 \times 10^6$ sel/ml; $5,22 \times 10^6$ sel/ml; $5,83 \times 10^6$ sel/ml dan $4,97 \times 10^6$ sel/ml, serta $0,51 \times 10^6$ sel/ml; $6,53 \times 10^6$ sel/ml; $6,78 \times 10^6$ sel/ml; $6,83 \times 10^6$ sel/ml dan $6,81 \times 10^6$ sel/ml (Tabel 6).

Tabel 6. Populasi bakteri biosuplemen

Peubah	Perlakuan ¹					SEM ³
	SB0	SB1	SB2	SB3	SB4	
Total Bakteri ($\times 10^7$ sel/ml)	0,10b ²	4,44a	5,08a	5,18a	5,28a	0,32
Bakteri Selulolitik ($\times 10^6$ sel/ml)	0,08c	0,91b	1,11ba	1,31a	1,26a	0,06
Bakteri Xylanolitik ($\times 10^6$ sel/ml)	0,09b	3,72a	5,22a	5,83a	4,97a	0,73
Bakteri Amilolitik ($\times 10^5$ sel/ml)	0,51b	6,53a	6,78a	6,83a	6,81a	0,22

Keterangan

- 1) Perlakuan yang diberikan
 SB0 = Suplemen yang diproduksi tanpa proses fermentasi inokulan
 SB1 = Suplemen yang diproduksi dengan proses fermentasi inokulan BC1
 SB2 = Suplemen yang diproduksi dengan proses fermentasi inokulan BC2
 SB3 = Suplemen yang diproduksi dengan proses fermentasi inokulan BC3
 SB4 = Suplemen yang diproduksi dengan proses fermentasi inokulan BC4
- 2) Huruf yang sama pada baris sama, berbeda tidak nyata ($P > 0,05$)
- 3) SEM = *Standard Error of The Treatment Means*

Peningkatan populasi bakteri baik total bakteri, bakteri selulolitik, bakteri xylanolitik maupun bakteri amilolitik pada biosuplemen limbah dan gulma tanaman pangan yang diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) juga memberikan sumbangan yang cukup besar terhadap peningkatan kandungan bahan kering, bahan organik dan protein kasar dari biosuplemen. Leng (1997) menyatakan sel bakteri mengandung biomassa yang kaya bahan organik, protein, asam amino maupun nutrisi lainnya. Lebih lanjut juga diungkapkan bahwa 32-42% sel tubuh bakteri terdiri dari protein dengan kualitas yang sangat baik setara dengan kualitas protein susu (Leng, 1997). Selain itu, cacing tanah yang digunakan sebagai inokulan sel tubuhnya mengandung berbagai nutrisi (karbohidrat, protein, bahan mineral dan bahan organik, serta berbagai asam amino) dan hormon yang menjadi salah

satu faktor terjadinya peningkatan kandungan bahan kering, bahan organik dan beberapa nutrisi lainnya (Pathma dan Sakthivel, 2012). Hasil penelitian Palungkun (1999) menunjukkan bahwa kandungan protein cacing tanah sebesar 60-70%, lemak kasar 7%, kalsium 0,55%, fosfor 1%, serat kasar 1,08%.

Proses fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) nyata ($P < 0,05$) mampu meningkatkan kandungan protein kasar biosuplemen SB1, SB2, SB3 dan SB4 dibandingkan SB0 masing-masing sebesar 17,1%; 24,2%; 24,7% dan 26,4%. Terjadinya peningkatan kandungan protein kasar yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 merupakan suatu hal yang sangat positif. Peningkatan kandungan protein bisa berasal dari komponen bahan penyusun biosuplemen yang memang mengandung protein yang cukup tinggi. Selain itu, juga berasal dari populasi bakteri yang ada pada biosuplemen yang cukup tinggi pula. KOMPIANG *et al.* (1994) mengungkapkan bahwa proses fermentasi dapat meningkatkan ketersediaan zat-zat makanan seperti protein dan energi metabolis serta mampu memecah senyawa kompleks menjadi komponen sederhana. Winarno (1980) juga mengungkapkan bahwa ransum yang mengalami biofermentasi memiliki nilai gizi yang lebih tinggi dari bahan asalnya karena adanya enzim yang dihasilkan oleh mikroba selama fermentasi berlangsung. Selama proses fermentasi berlangsung akan terjadi perubahan pH, kelembaban dan aroma serta perubahan komposisi zat makanan seperti protein, lemak, serat kasar, karbohidrat, vitamin dan mineral (Bidura, 2007). Melalui teknik fermentasi, akan dapat meningkatkan kandungan protein dan energi bahan, sehingga akan lebih mudah dicerna oleh ternak (Zakariah, 2012).

Kandungan serat kasar biosuplemen SB1, SB2, SB3 dan SB4 mengalami penurunan dibandingkan dengan SB0 setelah difermentasi menggunakan inokulan BC1, BC2, BC3 dan BC4 sebesar 22,68%; 31,13%; 38,84% dan 41,95%. Hal ini merupakan suatu hal yang sangat penting dan menjadi kunci keberhasilan aplikasi teknologi fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah. Penurunan kandungan serat kasar merupakan indikasi keberhasilan proses fermentasi dalam produksi biosuplemen limbah dan gulma tanaman pangan. Penurunan kandungan serat kasar disebabkan didalam proses fermentasi komponen-komponen karbohidrat (serat) biosuplemen akan dirombak menjadi komponen yang lebih sederhana oleh enzim yang dihasilkan bakteri. Penurunan kadar serat kasar diduga karena adanya aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri selulolitik yang mendegradasi senyawa selulosa menjadi gula-gula sederhana (Pujioktari, 2013). Perlakuan SB4 yang menggunakan inokulan BC4 menghasilkan

biosuplemen dengan kandungan serat kasar terendah. Hal ini sejalan dengan jumlah bakteri selulolitik yang terkandung di dalam inokulan BC4 sebesar $1,76 \times 10^8$ sel/ml yang merupakan populasi tertinggi dibandingkan inokulan BC1, BC2 dan BC3 (Tabel 6). Adanya bakteri xylanolitik juga memberikan kontribusi terhadap penurunan kandungan serat kasar biosuplemen. Bakteri xylanolitik akan memecah xylanosa yang merupakan komponen penyusun hemiselulosa menjadi pentosa seperti xylosa (Howard *et al.* 2003; Perez *et al.* 2002). Pangestu (1997) mengungkapkan bahwa kandungan serat kasar dan karbohidrat dalam bahan pakan difermentasi menurun secara nyata, dan sebaliknya kandungan protein dan energi meningkat. Tampoebolon (1997) juga mengungkapkan bahwa tujuan dari proses fermentasi adalah menurunkan kadar serat kasar, meningkatkan pencernaan dan sekaligus meningkatkan kadar protein kasar.

Hasil analisis menunjukkan kandungan lemak kasar, kalsium dan fosfor biosuplemen yang diproduksi adalah sebesar 7,40%; 7,77%; 7,51%; 7,77% dan 7,26%;, 0,88%; 0,84%; 0,84%; 0,84% dan 0,85%;, serta 0,75%; 0,75%; 0,77%; 0,77% dan 0,82%. Kandungan lemak kasar yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) menunjukkan bahwa inokulan BC1, BC2, BC3 dan BC4 pada masing-masing perlakuan SB1, SB2, SB3 dan SB4 tidak mempengaruhi kandungan lemak kasar biosuplemen. Untuk kandungan kalsium dan fosfor biosuplemen SB0, SB1, SB2, SB3 dan SB4 yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) disebabkan cacing tanah yang digunakan sebagai sumber konsorsium mikroba inokulan merupakan hewan tidak bertulang belakang (*Invertebrata*) (Soenanto, 2000). Yang berarti kandungan kalsium dan fosfor yang ada pada cacing tanah tidak begitu tinggi, sehingga tidak mampu secara nyata meningkatkan kandungan kalsium dan fosfor biosuplemen. Kandungan kalsium inokulan BC1, BC2, BC3 dan BC4 yang digunakan pada perlakuan SB1, SB2, SB3 dan SB4 juga tidak menunjukkan kenaikan yang berbeda nyata ($P < 0,05$) (Tabel 2).

Populasi bakteri pendegradasi serat baik bakteri selulolitik (bakteri pendegradasi selulosa), bakteri amilolitik (bakteri pendegradasi amilum) maupun bakteri xylanolitik (bakteri pendegradasi xylan/senyawa hemiselulosa) yang terdapat pada biosuplemen yang difermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) akan meningkatkan kualitas biosuplemen yang dihasilkan mengingat pemanfaatan biosuplemen tersebut akan dapat meningkatkan optimalisasi pemanfaatan pakan oleh ternak serta akan meningkatkan produktivitas ternak khususnya ternak nonruminansia. Populasi bakteri pada inokulan BC1, BC2, BC3 dan BC4

(Tabel 3) yang cukup tinggi menjadi salah satu faktor terjadinya peningkatan populasi bakteri biosuplemen khususnya bakteri pendegradasi serat.

Populasi total bakteri, bakteri selulolitik, bakteri xylanolitik dan bakteri amilolitik adalah berbeda nyata ($P < 0,05$). Populasi total bakteri tertinggi terlihat pada biosuplemen SB4 sebesar $5,28 \times 10^7$ sel/ml. Peningkatan populasi total bakteri mengindikasikan bahwa ada aktivitas bakteri yang cukup tinggi pada biosuplemen yang difermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). Populasi total bakteri pada perlakuan SB4 yang paling tinggi sejalan dengan populasi total bakteri inokulan BC4 sebesar $9,40 \times 10^9$ sel/ml yang tertinggi pula dibandingkan inokulan BC1, BC2 dan BC3 (Tabel 2.3). Mangisah *et al.* (2009) mengungkapkan bahwa dalam proses fermentasi jumlah mikroba mengalami peningkatan.

Populasi bakteri selulolitik, bakteri xylanolitik dan bakteri amilolitik paling tinggi terlihat pada perlakuan SB3 sebesar $1,31 \times 10^6$ sel/ml, $5,83 \times 10^6$ sel/ml dan $6,83 \times 10^5$ sel/ml. Peningkatan populasi bakteri selulolitik sebagai bakteri pendegradasi selulosa, bakteri xylanolitik sebagai pendegradasi xylan/senyawa hemiselulosa dan bakteri amilolitik sebagai pendegradasi amilum umumnya akan sejalan dengan peningkatan pencernaan komponen karbohidrat, baik selulosa, hemiselulosa maupun pati/amilum. Allen (2002) mengungkapkan bahwa meningkatnya populasi bakteri selulolitik menyebabkan meningkatnya degradasi selulosa yang dirombak menjadi oligosakarida dan glukosa. Disamping itu, penguraian selulosa menjadi glukosa selama proses fermentasi akan meningkatkan populasi mikroba terutama yang bersifat selulolitik (Aisjah, 2011). Partama *et al.* (2012) mengungkapkan bahwa bakteri selulolitik akan menghasilkan enzim *endo glukonase/CMCase*, *ekso glukonase* dan *glukosidase* yang berperan dalam degradasi selulosa menjadi senyawa sederhana. Semakin tinggi populasi mikroba selulolitik akan meningkatkan enzim selulolitik yang dihasilkan sehingga tingkat degradasi selulosa akan semakin meningkat. Populasi bakteri selulolitik yang cukup tinggi pada biosuplemen yang diproduksi juga disebabkan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) yang digunakan sebagai inokulan di dalam saluran pencernaan cacing tanah terdapat bakteri selulolitik (Susanti, 2007).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan:

1. Fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) mampu menghasilkan biosuplemen berbasis limbah dan gulma tanaman pangan dengan kandungan bahan kering, bahan organik dan protein kasar yang tinggi serta dengan kandungan serat kasar yang lebih rendah.
2. Fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) mampu menghasilkan biosuplemen berbasis limbah dan gulma tanaman pangan dengan populasi bakteri pendegradasi serat yang cukup tinggi.

Saran

1. Produksi biosuplemen berbasis limbah dan gulma tanaman pangan yang berkualitas dapat dilakukan melalui aplikasi teknologi fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) BC3 atau BC4 (inokulan yang diproduksi menggunakan cacing tanah 3 dan 4 gram/liter).
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai biosuplemen berbasis limbah dan gulma tanaman pangan yang diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan inokulan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*), terutama mengenai pengaruh pemberian biosuplemen terhadap produktivitas ternak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Andi Udin Saransi; Dr. Ir. Tjok. Gede Belawa Yadnya, M.Si; Dr. drh. I Gusti Agung Artha Putra, dan ibu Ir. Ni Nyoman Candraasih K, MS yang telah membantu penulis dari awal penelien sampai akhir penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmanto, Y.P., A. Musofie, N.K. Wardhani dan S. Tedjowahjono. 1987. Pengaruh ukuran bahan dan macam pengawet yang berbeda terhadap kualitas pucuk tebu. Pros. Workshop II Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Manfaat Lainnya. Grati, 16 – 17 Nopember 1987. Sub Balai Penelitian Ternak, Grati. shlm. 246 – 252.
- Aisjah. 2011. Kualitas Fisik dan Kualitas Nutrisi Janggal Jagung Hasil Perlakuan Dengan Inokulan Yang Berbeda. <http://tehes89.blogspot.com/>. (diakses, 10 Februari 2015).

- Allen, MS. 2002. Physical Constraints on Voluntary Intake of Forages by Ruminants. *Journal of American Science* 74 (12) : 3063-3075.
- Anggorodi, R., 1979. Ilmu Makanan Ternak Umum, Gramedia, Jakarta.
- Asnani, A., dan Puji Lestari. 2009. Aktivitas Amilase, Lipase dan Protease dari Cacing *Peryonix excavates*. *Jurnal Molekul*, Vol. 4. No. 2 : 115 -121
- Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C.). 1980. Official Method of Analysis. 13th Ed., Washington, DC.
- Bidura, I G.N.G. 2007. Aplikasi Produk Bioteknologi Pakan Ternak. Buku Ajar. Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Denpasar.
- Bidura, I.G.N.G., I.B.G. Partama, dan T.G.O. Susila. 2008. Limbah. Pakan Ternak Alternatif dan Aplikasi Teknologi. Buku Ajar. Fakultas Peternakan Universitas Udayana, Denpasar.
- Cho, J.H., C.B. Park, Y.G. Yoon dan S.C. Kim. (1998). Lumbricin I, a Novel Proline-Rich Antimicrobial Peptide from the Earthworm: Purification, cDNA Cloning and Molecular Characterization. *Biochim. Biophys. Acta*. 1408 (1): 67–76.
- Djajanegara, A. 1983. Tinjauan Ulang Mengenai Evaluasi Suplement pada Jerami Padi. Prosiding Seminar Pemanfaatan Limbah Pangan dan Limbah Pertanian untuk Makanan Ternak. Ed. A.T. Karoceri. LIPI, p. 192-197
- FAO. 1988. Non Conventional Feed Resosources in Asia and The Pasific. Advances in Availability and Utilization. Third Edition. Food and agricultural Organization of The United Nations. Regional Animal production and Health Commision for Asia and the Pasific. Bangkok.
- Ginting, S. P., 2007. Tantangan dan Peluang Pemanfaatan Pakan Lokal Untuk Pengembangan Peternakan Kambing di Indonesia. Materi Loka Penelitian Kambing Potong Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Diakses 16/10/2014 dikutip dari [Http://peternakan.litbang.deptan.go.id](http://peternakan.litbang.deptan.go.id).
- Hamid, H., T. Purwadaria, T. Haryati, dan A. P. Sinurat. 1999. Perubahan Nilai Bilangan Peroksida Bungkil Kelapa dalam Proses Penyimpanan dan Fermentasi dengan *Aspergillus niger*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 4 (2): 101-106
- Hatmono, H. dan I. Hastoro, 1997. *Urea Molases Blok Pakan Suplemen Ternak Ruminansia*. Trubus Agriwidya. Ungaran.
- Howard R. L., Abotsi E., J. V. Rensburg E. L., and Howard S. (2003). Lignocellulose Biotechnology; Issues of Bioconversion and Enzyme Production. Review. *African Journal of Biotechnology* Vol. 2 (12); 602-619
- <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/37262/4/Chapter%2011.pdf> (diakses pada 18 Maret 2015)
- <http://www.library.upnvj.ac.idpdf5FKS1KEDOKTERAN0810211013BAB%20II.pdf> (diakses pada 13 Februari 2015)

- Jaya. 2014. Pengertian Pakan, Bahan baku pakan, Feed supplement, Feed Additive dan Pakan Konsentrat. <http://blogveteriner.blogspot.com/2012/09/feed-additive-fa-feed-suplemen-fs-dan.html> (diakses pada 18 Februari 2015)
- Kataren, P.P. , A.P.Sinurat, D.Sainudin, T. Purwadarta, dan I P. Kompiang. 1999. Bungkil inti sawit dan produk fermentasinya sebagai pakan ayam pedaging. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 4(2): 107-112
- Kompiang, L.P., J. Dharma, T. Purwadaria, A. Sinurat, dan Supriyati. 1994. Protein enrichment: Study cassava enrichment melalui bioproses biologi untuk ternak monogastrik. Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian APBN Tahun Anggaran 1993/1994. Balai Penelitian Ternak. Ciawi, Bogor.
- Lamid, Mirni. 2012. Potensi Pakan Komplit (*Complete Feed*) yang Difermentasi Menggunakan Bakteri Selulolitik untuk Meningkatkan Berat Badan Domba. *Veterineria Medika* Vol. 5 Hal 5-8
- Leng, R. A.. 1997. Tree Foliage In Ruminant Nutrition. Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome, Italy. <http://www.Fao.org/docrep/003/w7448e/W7448E00.htm> (diakses pada 19 Februari 2015).
- Mahfudz, L. D., K. Hayashi, K. nakashima, A. Ohtsuka, and Y. Tomita. 1997. A Growth Promoting Factor for Primary Chicks Muscle Cell Culture From Shochu Distillery By-Product. *BioScience, Biotechnology and Biochemistry*, December 58 : 715 – 720
- Mangisah, I., B. Sukanto dan M. H. Nasution. 2009. Implementasi Daun Eceng Gondok Fermentasi Dalam Ransum Itik. *J.Indon.Trop.Anim.Agric.* 34 [2] : 127-133.
- Mastika, I. M. 1991. Potensi Limbah Pertanian dan Industri Pertanian serta Pemanfaatannya untuk Makanan Ternak. Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap dalam Ilmu Nutrisi Makanan Ternak. Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Denpasar.
- Medion. 2012. Feed Suplemen Ayam. <http://info.medion.co.id /index.php/konsultasi-teknis/layer/tata-laksana/ feed-suplemen-ayam.> . Diakses tanggal 15 Februari 2015
- Mulyono, R. Murwani, dan F. Wahyono. 1989. Kajian penggunaan probiotik *Saccharomyces cerevisiae* sebagai alternatif aditif antibiotik terhadap kegunaan protein dan energi pada
- Nugraha., U. Atmomarsono dan L. D. Mahfudz. 2012. Pengaruh Penambahan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Fermentasi Dalam Ransum Terhadap Produksi Telur Itik Tegal. *Animal Agricultural Journal, Vol. 1. No. 1, 2012, P 75 – 85*
- Nuraini. 2006. Isolasi kapang karotenogenik untuk memproduksi pakan kaya β karoten dan aplikasinya terhadap ayam ras pedaging dan petelur. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Nuraini, Sabrina dan S.A. Latif. 2008. Performa ayam dan kualitas telur dengan penggunaan ransum yang mengandung onggok fermentasi dengan *Neurospora crassa* *Jurnal Media Peternakan* 31 (3),Des 2008 :195-202. ISSN 0126-0472. Terakreditasi SK Dikti No: 43/DIKTI/Kep/ 2008.

- Nuraini dan M E Mahata. 2009. Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Fermentasi Sebagai Pakan Alternatif Ternak Di Daerahsentra Kakao Padang Pariaman¹). Laporan Penelitian Dana DPPM Dikti Depdiknas Program Ipteks. Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.
- Owa, S. O., Olowoparija, S. B., Aladesida, A., and dedeke, G. A. 2013. Enteric Bacteria and Fungi of The Eudrilid Earthworm *Libyodrilus violaceus*. African Journal of Agricultural Research. Vol 8 (17); 1760-1766. 9 May 2013. Available from: <http://www.academicjournals.org/AJAR> (diakses 16/10/2014).
- Palungkun, R. 1999. Sukses Beternak Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*). Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pangestu, E. 1997. Penggunaan *Trichoderma viride* guna memperbaiki nilai gizi serbuk gergaji kayu. Prosiding Seminar Nasional II INMT, 15 – 16 Juli, Fapet IPB, Bogor. Hal : 123 – 124.
- Partama, I. B. G., I M. Mudita, N. W. Siti, I W. Suberata, A. A. A. S. Trisnadewi. 2012. Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas bakteri serta Fungi Lignoselulolitik Limbah Isi Rumen dan Rayap Sebagai Sumber Inokulan dalam Pengembangan Peternakan Sapi Bali Berbasis Limbah. Laporan Penelitian Invensi. Universitas Udayana, Denpasar.
- Pasaribu, T. 2007. Pengkayaan gizi bahan pakan inkonvensional melalui fermentasi untuk ternak unggas. 2. Peningkatan nilai gizi lumpur sawit melalui fermentasi. Edisi Khusus Kumpulan Hasilhasil Penelitian Peternakan Tahun Anggaran 1996/1997. Buku III: Penelitian Ternak Unggas. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Pathma, J. and N. Sakthivel. 2012. Microbial Diversity of Vermicompost bacteria that Exhibit Useful Agricultural Traits and Waste Management Potential. SpringerPlus. Vol.1(26);1-19.
- Perez, J., J. Munoz-Dorado, T. De la Rubia, and J. Martinez. (2002). Biodegradation and Biological Treatment of Cellulose, Hemicellulose and Lignin; an overview. Int. Microbial, 5: 53-56.
- Pujioktari, P. 2013. Pengaruh Level *Trichoderma Harzianum* dalam Fermentasi Terhadap Kandungan Bahan Kering, Abu, dan Serat Kasar Sekam Padi. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Jambi.
- Rahma, W. 2011. <http://rachmatullah.blogspot.com/2011/10/tinjauan-pustaka-feed-suplement-makanan.html>. Diakses tanggal 15 Februari 2015.
- Resnawati, H. 2002. Sebuah Wacana: Cacing Tanah sebagai Bahan Pakan Alternatif. <http://www.poultryindonesia.com> (diakses 16/10/2014).
- Riana, I W. dan I.G.N.G. Bidura. 2002. Pengaruh Tingkat Penggunaan Eceng Gondok (*Eichornis crassipes*) sebagai Sumber Serat dalam ransum terhadap Penampilan Ayam Buras Umur 0 – 12 Minggu. Laporan penelitian, Fakultas peternakan, Universitas Udayana, Denpasar.
- Riswandi. 2014. Kualitas Silase Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan Penambahan Dedak Halus dan Ubi Kayu. Jurnal Peternakan Sriwijaya Vol. 3, No. 1, hal: 1-6. ISSN 2303-1093.

- Santoso, U. 2000. Pengaruh pemberian ekstrak daun keji beling (*Strobilanthes crispus* BL.) terhadap performans dan akumulasi lemak lemak pada broiler. *Jurnal Peternakan dan Lingkungan* 6(2): 10-14
- Sastrosupadi, A.. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang pertanian. Edisi Revisi. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Soenanto, H. 2000. Budidaya Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*). CV. Aneka. Solo.
- Soewardi, B dan LH. Utomo. 1975. Kemungkinan Pemanfaatan Tumbuhan Pengganggu Air Rawa Pening. *Inspection Report Biotrop*. Bogor
- Subadiasa. N.N.,. 1997. Teknologi Efective Microorganisms (EM) : Potensi dan prospeknya di Indonesia. Seminar Nasional Pertanian Organik. Yayasan Budi Lestari, Jakarta.
- Subandiyono dan S. Hastuti. 2010. Nutrisi Ikan. Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Diponegoro. Semarang. 233 hlm.
- Sumaryono, W. 1999. *Produksi Metabolit Sekunder Tanaman Secara Bioteknologi*. Prosiding : Seminar Nasional Kimia Bahan Alam '99. Hal 38. Universitas Indonesia-unesco.
- Suprayogi, Wara Pratitis Sabar. 2010. Inkorporasi Sulfur Dalam Protein Onggok Melalui Teknologi Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Caraka Tani Xxv No.1*: 33-37.
- Susanti, 2007. Deteksi Bakteri Selulolitik Dari Usus Dan Kascing Cacing Tanah (*Lumbricus Terrestris*). Skripsi Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Tampoebolon, B. I. M. 1997. Seleksi dan Karakterisasi Enzim Selulase Isolat Mikrobial Selulolitik Rumen Kerbau. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (Tesis Magister Ilmu Ternak).
- Tanaka, K., B.S. Youn, U. Santoso, S. Otan, and M. Sakaida. 1992. Effect of fermented feed products from Chub Mackerel extract on growth and carcass composition, hepatic lipogenesis and on various lipid fraction in the liver and thigh muscle of broiler. *Anim. Sci. Technol* 63: 32-37
- Thalib, A., J. Bestary., Y.widyawati, dan D. Suherman. 2000. Pengaruh perlakuan silase jerami padi dengan mikrobial rumen kerbau terhadap daya cerna dan ekosistem rumen sapi. *JITTV* Vol 5(1): 276-281
- Tillman, A.D., H.Hartadi, S.Reksohasdimodjo dan S. Praworokusumo, 1993. Ilmu makanan Ternak dasar. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Wikanastri, H¹., Cahya S. Utama², Agus Suyanto³. 2012. Aplikasi Proses Fermentasi Kulit Singkong Menggunakan Starter Asal Limbah Kubis Dan Sawi Pada Pembuatan Pakan Ternak Berpotensi Probiotik. Seminar Hasil-Hasil Penelitian – LPPM UNIMUS 2012. ISBN : 978-602-18809-0-6

- Williamson, G dan W. J. A. Payne., 1993. *Pengantar Peternakan di Daerah Tropis*. Penejemah : D Darmadja. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Winarno, F.G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. PT Gramedia, Jakarta.
- Zakariah, M. A. 2012. *Teknologi Fermentasi Dan Enzim “Fermentasi Asam Laktat Pada Silase”*. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.