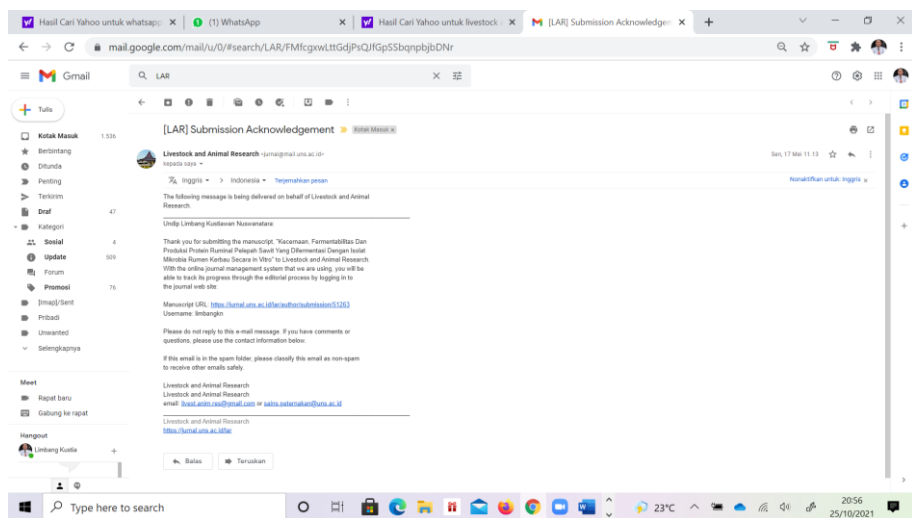


BUKTI KORESPONDENSI PENULIS DENGAN PENGELOLA JURNAL Artikel Tahun 2021 dengan Judul :  
 "Kecernaan, fermentabilitas dan produksi protein ruminal pelepah sawit yang difermentasi dengan isolat mikrobia rumen kerbau secara in vitro"

No.	Tanggal	Keterangan
1.	1 April 2021.	Registrasi Artikel
2.	20 April 2021	Tanggapan dari dewan redaksi
3.	30 Mei 2021	Perbaikan 1
4.	11 Mei 2021	Tanggapan dewan redaksi
5.	17 Mei 2021	Diterima oleh dewan redaksi
6.	1 Juni 2021	Upload Revisi 1 dan diterima oleh dewan redaksi
7.	11 September 2021	Diterima dengan Revisi
8.	7 Oktober 2021	Revisi 2
9.	12 Oktober 2021	Accepted submission



Hasil Cari Yahoo untuk whatsapp: x | (3) WhatsApp | Hasil Cari Yahoo untuk livestock: x | [LAR] Kecemasan, Fermentabilitas: x

mail.google.com/mail/u/0/#search/LAR/FMfcgwLZt5bNHgHPjITRnTrNkmp

Gmail LAR

[LAR] Kecemasan, Fermentabilitas Dan Produksi Protein Ruminan Pelepa Sawit Yang Difermentasi Dengan Isolat Mikrobia Rumen Kerbau Secara In Vitro

Livestock and Animal Research [ryama@gmail.com](mailto:ryama@gmail.com) 11 Oct 2021

The following message is being delivered on behalf of Livestock and Animal Research.

Yth. Author,

Berdasarkan pemeriksaan pra-kuifikasi kami, kami menemukan beberapa ketidaksesuaian dalam format penulisan Disputasi, yaitu sebagai berikut:

1. Penulisan manuskrip secara keseluruhan tidak mengikuti template dan format LAR
2. Tingkat similarity 35% yang masih lebih tinggi dari ketentuan kami maksimal 30%
3. Masalah data belum lengkap, mohon diisi data untuk semua penulis.

Mohon untuk diperbaiki sesuai format penulisan kami dan menurunkan tingkat similarity hingga batas yang kami tentukan. Kami tunggu revisi manuskrip Disputasi dalam waktu maksimal 2 minggu setelah email ini dikirim. Jika masalah 2 minggu manuskrip dapat dibayar tanpa pemberitahuan oleh sistem. Jika membutuhkan waktu lebih, harap memberikan konfirmasi kepada kami. Terima kasih.

Salam

Livestock and Animal Research  
[ryama@gmail.com](mailto:ryama@gmail.com)  
<http://bit.ly/2uvtal.uns.ac.id>

2 Lampiran

1 (1)0.pdf  
 Jurnal Template...

21:00  
25/10/2021

Hasil Cari Yahoo untuk whatsapp: x | (3) WhatsApp | Hasil Cari Yahoo untuk livestock: x | [LAR] Kecemasan, Fermentabilitas: x

mail.google.com/mail/u/0/#search/LAR/FMfcgwLtszhzXNXH-zQFCQjFDIDmPTr

Gmail LAR

[LAR] Kecemasan, Fermentabilitas Dan Produksi Protein Ruminan Pelepa Sawit Yang Difermentasi Dengan Isolat Mikrobia Rumen Kerbau Secara In Vitro

Livestock and Animal Research [ryama@gmail.com](mailto:ryama@gmail.com) 11 Oct 2021

The following message is being delivered on behalf of Livestock and Animal Research.

Yth. Author,

Mohon melampirkan masalah pada bagian summary untuk data semua penulis. Berdasarkan pemeriksaan revisi yang Disputasi kirimkan, terdapat beberapa ketidaksesuaian format yaitu:

1. Similarity 29%, batas maksimal kami 10% similarity
2. Penulisan data dalam badan kalimat belum sesuai, seharusnya hanya nomor tanpa nama penulis
3. Jumlah kata penulisan melebihi batas maksimal (30)
4. Masih masih menggunakan tulisan lebih dari 15 tahun, mohon untuk update, apabila tidak ada yang terbaru harap memberi konfirmasi kepada kami
5. Penulisan data penulisan belum sesuai
6. Jumlah kata dalam abstrak melebihi 250 kata

Kami mohon untuk disesuaikan dengan saran dan format penulisan kami. Kami tunggu revisi Disputasi/melalui sistem OJS. Terima kasih.

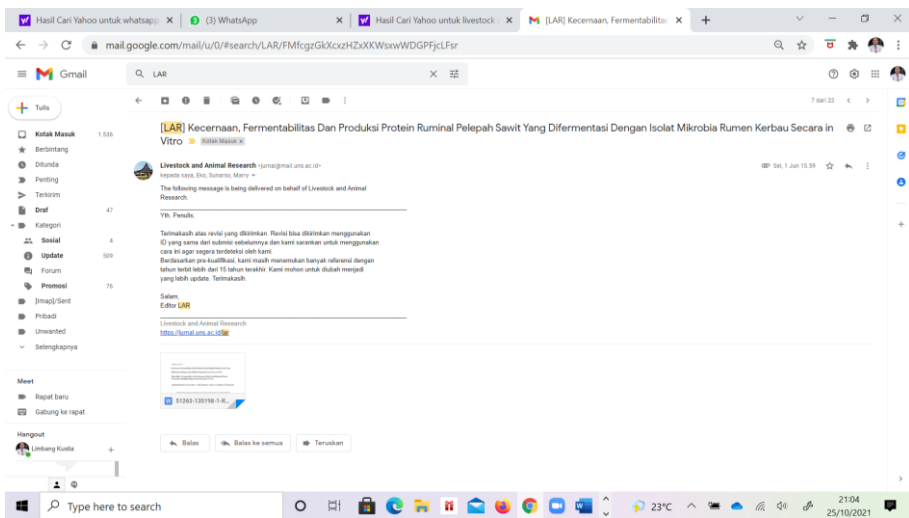
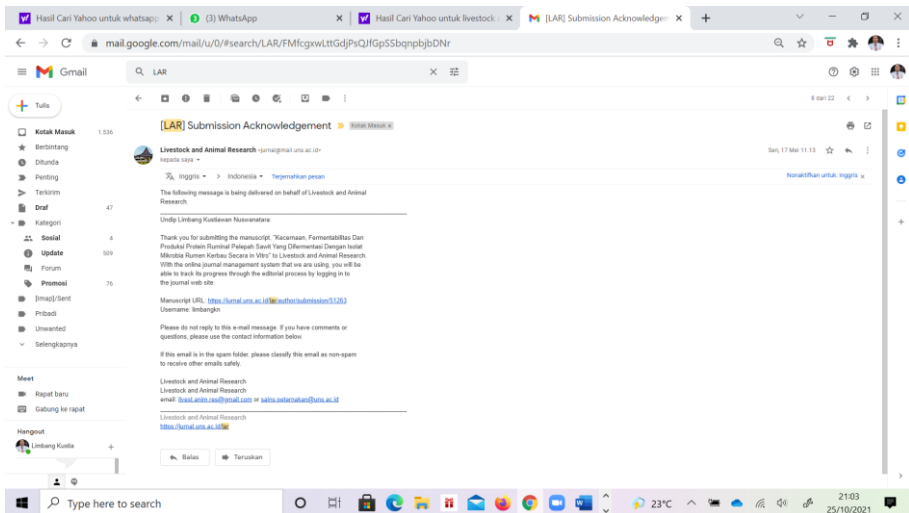
Salam

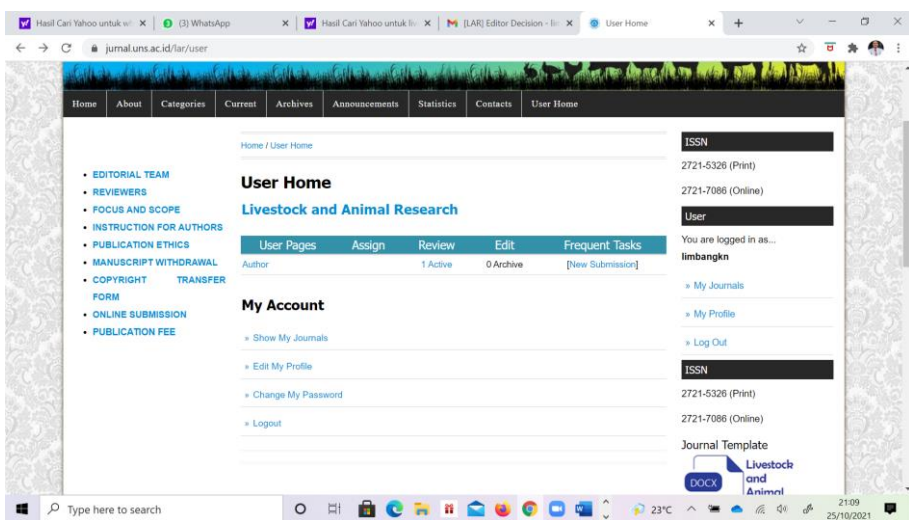
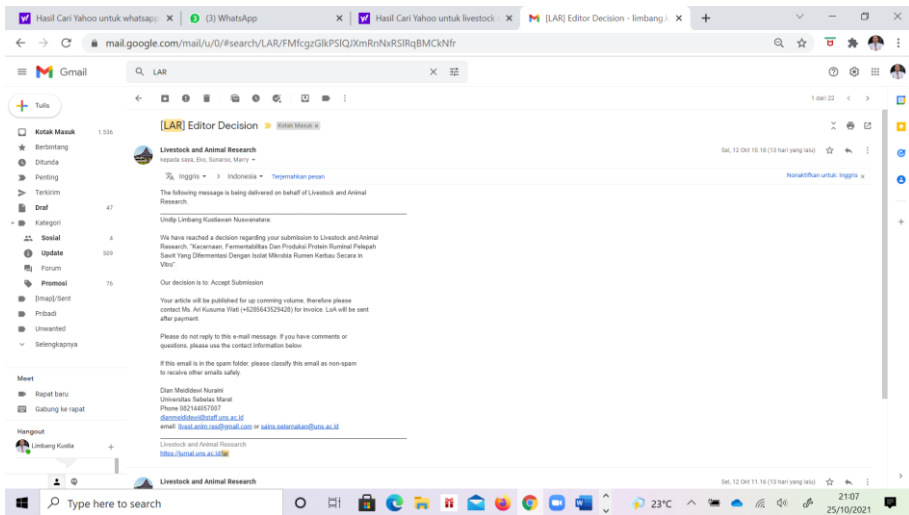
Editor LAR  
 Livestock and Animal Research  
[ryama@gmail.com](mailto:ryama@gmail.com)  
<http://bit.ly/2uvtal.uns.ac.id>

2 Lampiran

2 (3)0.pdf  
 Jurnal Template...


21:02  
25/10/2021





Browser tabs: Hasil Cari Yahoo untuk w..., (3) WhatsApp, Hasil Cari Yahoo untuk li..., [LAR] Editor Decision - li..., Active Submissions

URL: [jurnal.uns.ac.id/lar/author](http://jurnal.uns.ac.id/lar/author)



Accredited decree No. 10/E/KP/2019 | p-ISSN 2721-5326 | e-ISSN 2721-7086

- EDITORIAL TEAM
- REVIEWERS
- FOCUS AND SCOPE
- INSTRUCTION FOR AUTHORS
- PUBLICATION ETHICS
- MANUSCRIPT WITHDRAWAL
- COPYRIGHT TRANSFER FORM
- ONLINE SUBMISSION
- PUBLICATION FEE

**Active Submissions**

Active Active

ID	MM	Sec	Authors	Title	Status
51263	05-17	ART	Nuswanatara, Pangestu, Sunario,...	Kecemasan, Fermentabilitas Dan Produk Protein Ruminan...	In Editing

1 - 1 of 1 items

**Start a New Submission**

[Click here](#) to go to step one of the five-step submission process.

**Refbacks**

ISSN

2721-5326 (Print)

2721-7086 (Online)

**User**

You are logged in as...

**limbangan**

- My Journals
- My Profile
- Log Out

ISSN

2721-5326 (Print)


2721-7086 (Online)

Journal Template

System tray: 23°C, 21:09, 25/10/2021

Browser tabs: Hasil Cari Yahoo untuk w..., (3) WhatsApp, Hasil Cari Yahoo untuk li..., [LAR] Editor Decision - li..., #51263 Summary

URL: [jurnal.uns.ac.id/lar/author/submission/51263](http://jurnal.uns.ac.id/lar/author/submission/51263)



Accredited decree No. 10/E/KP/2019 | p-ISSN 2721-5326 | e-ISSN 2721-7086

- EDITORIAL TEAM
- REVIEWERS
- FOCUS AND SCOPE
- INSTRUCTION FOR AUTHORS
- PUBLICATION ETHICS
- MANUSCRIPT WITHDRAWAL
- COPYRIGHT TRANSFER FORM
- ONLINE SUBMISSION
- PUBLICATION FEE

**#51263 Summary**

Summary Review Editing

**Submission**

Authors: Limbangan Kuslanus Nuswanatara, Eho Pangestu, Sunario Sunario, Merry Chindaryanto

Title: Kecemasan, Fermentabilitas Dan Produk Protein Ruminan Palings Sasi Yang Difermentasi Dengan Isolat Mikroba Rumen Kebau Secara In Vitro

Original file: 51263\_130196-1-058.docx - 2021-05-17

Supp. files: None [Add a Supplementary File](#)

Submitter: Undu Limbangan Kuslanus Nuswanatara

Date submitted: May 17, 2021 - 11:13 AM

Section: Original Article

Editor: Dian Nurazil

Status: In Editing

ISSN

2721-5326 (Print)

2721-7086 (Online)

**User**

You are logged in as...

**limbangan**

- My Journals
- My Profile
- Log Out

ISSN

2721-5326 (Print)

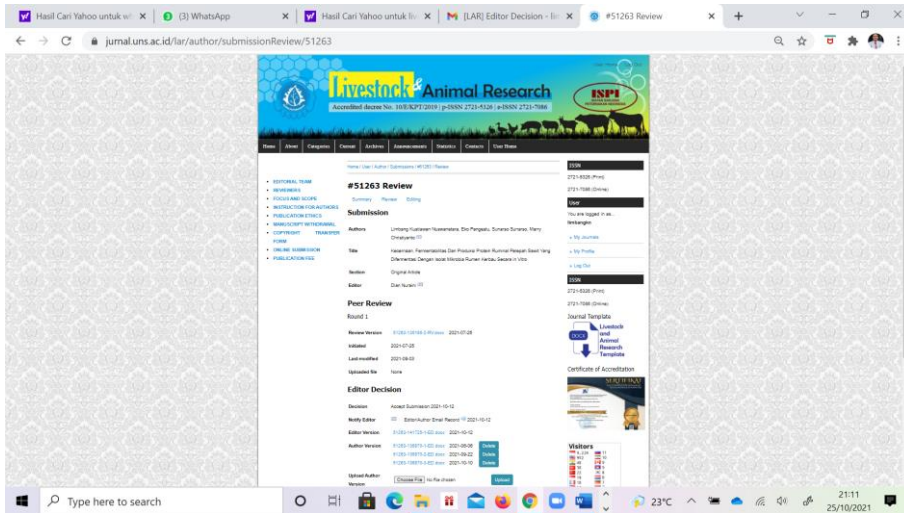
2721-7086 (Online)

Journal Template

[Livestock and Animal Research Template](#)

Certificate of Accreditation

System tray: 23°C, 21:10, 25/10/2021



Reviewer1 *Original Article*

**Kecernaan, Fermentabilitas Dan Produksi Protein Ruminal Pelepah Sawit Yang Difermentasi Dengan Isolat Mikrobia Rumen Kerbau Secara *in Vitro***

**Digestibility, Fermentability and Production of Palm Frond Ruminal Protein Fermented with Buffalo Rumen Microbial Isolate *In Vitro***

**Abstrak**

**Tujuan:** Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh level isolat mikrobia dan lama fermentasi terhadap fermentabilitas berupa produksi NH<sub>3</sub>, volatile fatty acids (VFA) dan produksi protein mikrobia, kecernaan bahan kering (KcBK) dan kecernaan bahan organik (KcBO) secara *in vitro*.

**Metode:** Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian dilakukan secara *in vitro*, menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan 2 faktor perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah level isolat mikrobia (1

dan 3%) dan level lama fermentasi (14 dan 28 hari). Variabel yang diamati meliputi produksi NH<sub>3</sub>, VFA, protein mikrobia dan protein total serta pencernaan nutrisi yang meliputi KcBK dan KcBO. Data hasil penelitian dianalisis ragam dan jika terdapat pengaruh nyata perlakuan dilanjutkan Duncan's Multiple Range Test.

**Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara faktor level isolat mikrobia dan lama fermentasi terhadap produksi amonia rumen. Namun demikian tidak ada pengaruh interaksi antara faktor level isolat dan lama fermentasi pada produksi volatile fatty acids, produksi protein mikrobia, produksi protein total, pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik. Perlakuan level isolat mikrobia dan lama fermentasi secara terpisah berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap produksi protein mikrobia rumen. Produksi VFA dan pencernaan bahan kering nyata ( $P < 0,05$ ) dipengaruhi oleh lama fermentasi, sedangkan perlakuan level isolat dan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap produksi protein total dan pencernaan bahan organik.

**Kesimpulan:** Pengolahan pelepah sawit melalui proses fermentasi dengan menggunakan isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau mampu meningkatkan nilai nutrisi pelepah sawit.

**Kata Kunci:** pelepah sawit, fermentasi, *volatile fatty acids*, pencernaan dan *in vitro*

## **Abstract**

**Objective:** The study aimed investigated the effect of microbial isolate levels and fermentation time on fermentability regarding NH<sub>3</sub> (ammonia) production, volatile

fatty acids (VFA) and microbial protein production, dry matter digestibility and organic matter digestibility *in vitro*.

**Methods:** The experiment was conducted at the Laboratory of Nutrition and Feed Science, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Universitas Diponegoro. In vitro experiment was performed using a completely randomized design with a factorial pattern with 2 factors and 4 replications. The treatments were microbial isolate levels (1 and 3%) and fermentation time (14 and 28 days). The parameters observed included production of NH<sub>3</sub>, VFA, microbial protein and total protein as well as the digestibility of dry matter and organic matter. The data were analyzed based on analysis of variance and if there was a significant effect the data were further analyzed with Duncan's Multiple Range Test.

**Results:** The amount of microbial isolate and fermentation time affected rumen ammonia production. On rumen microbial protein content, the amounts of microbial isolate and fermentation time had substantial impact ( $P < 0.05$ ). The isolate level and fermentation time, however, had no interaction effect on VFA production, dry matter digestibility, or organic matter digestibility. The fermentation time influenced ( $P < 0.05$ ) the production of VFA and the digestibility of dry matter, but the isolate level and fermentation time had no effect on total protein production or organic matter digestibility.

**Conclusions:** Processing of palm fronds through fermentation using buffalo rumen cellulolytic microbial isolates increased nutrient values of palm fronds.

**Keywords:** palm fronds, fermentation, *volatile fatty acids*, digestibility, *in vitro*



## PENDAHULUAN

Pakan merupakan faktor penentu keberhasilan suatu usaha peternakan, oleh sebab itu penyediaan pakan yang berkualitas dan kontinyu sepanjang tahun harus dilakukan untuk meningkatkan produktivitas ternak. Oleh sebab itu, perlu dicari sumber. Pelepah sawit merupakan salah satu hasil samping perkebunan kelapa sawit yang potensial digunakan sebagai pakan ternak dan belum dimanfaatkan secara optimal. Jumlah yang melimpah dengan kandungan nutrisi yang ada dalam pelepah sawit, dapat dijadikan sebagai bahan pakan berserat bagi ruminansia.

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia seluas 12,76 juta ha pada tahun 2018 dengan produksi bahan kering mencapai 36.594.813 ton/tahun. Jumlah pelepah sawit yang dihasilkan cukup banyak dan sangat potensial digunakan sebagai sumber serat atau pengganti pakan hijauan. Komposisi nutrisi pelepah sawit adalah 26,07% bahan kering, 3,07% protein kasar, 50,94% serat kasar, 1,07% lemak kasar, 39,82% bahan ekstrak tanpa nitrogen, 5,10% abu, 0,96% Ca, 0,08% P dan energi bruto 4,841 kkal/kg [1].

Pelepah sawit tidak dapat diberikan sebagai pakan ternak secara tunggal, karena terdapat beberapa kelemahan diantaranya adalah kandungan serat yang tinggi dan berikatan dengan lignin serta kadar protein kasar yang rendah. Kadar lignin pada pelepah sawit dilaporkan sebesar 25,35% [2]. Kadar lignin pelepah sawit yang cukup tinggi (20% dari bahan kering), menyebabkan rendahnya pencernaan pelepah sawit dan menjadi factor pembatas pemanfaatan pelepah sawit sebagai pakan [2].

Peningkatan nilai cerna dari komponen serat dapat dilakukan melalui fermentasi dengan memanfaatkan kerja bakteri lignoselulolitik dari rumen kerbau. Hal ini didasarkan bahwa karakteristik bakteri pencerna serat dari rumen kerbau yang

Commented [A1]: Cek???

Commented [A2]: Lebih didetailkan asumsi tsb ttg lignin nya??

lebih efisien dalam melakukan degradasi komponen serat, sehingga pencernaan pakan pada kerbau lebih baik dibandingkan pada sapi. Hal ini diduga karena populasi mikroba selulolitik pada rumen kerbau lebih tinggi [3]. Isolasi bakteri lignoselolitik dari cairan rumen kerbau perlu dilakukan untuk memperoleh isolat tersebut [4].

Penilaian secara biologis suatu bahan pakan pada ruminansia dapat dilakukan dengan pengukuran fermentabilitas dan kecernaannya dalam rumen secara *in vitro* merupakan salah satu indikator utama penentu kualitas suatu ransum. Tingkat fermentabilitas bahan pakan dalam rumen oleh mikrobia rumen dapat diketahui melalui produksi amonia ( $\text{NH}_3$ ), VFA, protein mikrobia dan protein total secara *in vitro*. Amonia adalah hasil dari degradasi protein dalam rumen yang mencerminkan aktivitas dan populasi mikrobia rumen [5]. VFA merupakan hasil degradasi karbohidrat didalam rumen oleh mikroba yang selanjutnya merupakan indikator ketersediaan energi untuk sintesis protein mikrobia. [6] menyatakan bahwa sumber protein yang dapat dimanfaatkan oleh ternak berasal dari protein mikroba dengan protein pakan yang lolos degradasi dalam rumen. [7] menyatakan bahwa protein pakan yang lolos dari degradasi mikroba rumen yang tercampur dengan protein mikroba disebut juga dengan protein total. Sintesis protein mikroba membutuhkan  $\text{NH}_3$  sebagai sumber N dan asam  $\alpha$ -keto sebagai kerangka karbon. Peningkatan protein total dapat terjadi jika protein hasil fermentasi mudah didegradasi oleh mikrobia rumen untuk disintesis menjadi protein mikrobia, hal ini harus didukung dengan ketersediaan VFA, dan nutrisi lainnya yang optimal dalam rumen.

Berdasarkan hal tersebut diduga kombinasi perlakuan level isolat mikrobia dari cairan rumen kerbau dan lama pemeraman dapat meningkatkan fermentabilitas dalam rumen serta akan meningkatkan nilai kecernaan nutrisi bahan pakan.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – September 2019, di laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian dilaksanakan melalui 3 tahap. Tahap Pertama, pembuatan inokulum isolat mikrobia dari cairan rumen kerbau. Tahap kedua adalah fermentasi pelepah sawit. Proses fermentasi pelepah sawit dilakukan dengan menambahkan 0,5% urea sebagai sumber N dan menggunakan berbagai level mikrobia cairan rumen kerbau per berat kering pelepah sawit. Level mikrobia yang digunakan adalah 1% (P1) dan 3% (P2) pada kadar air 70% dan lama pemeraman 14 hari (H1) dan 28 hari (H2), kandungan nutrisi pelepah sawit fermentasi selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrien Pelepah Sawit Fermentasi dengan Level Isolat dan Lama Peram yang Berbeda

Parameter	Kombinasi Perlakuan			
	P1H1	P2H1	P1H2	P
	----- (%) -----			
Air	25,01	24,72	24,82	24,82
Abu	3,76	3,49	3,78	3,78
Protein Kasar	1,86	2,07	2,34	2,34
Lemak Kasar	3,98	4,61	4,47	4,47
Serat Kasar	43,32	44,16	44,87	44,87
BETN	47,45	45,72	44,85	44,85
NDF	88,12	87,82	86,61	86,61
ADF	72,85	70,10	73,27	73,27
Lignin	42,09	34,90	42,41	42,41

**Commented [A3]:** Metode nya tahap nya di jelaskan detail

**Commented [A4]:** Metode yang digunakan?? Apakah seperti sudah sesuai dengan penanganan sampel fermentasi???

Selulosa	31,10	39,50	26,56	34,77
Hemiselulosa	14,10	15,00	13,73	14,23

**Commented [A5]:** Metode yang digunakan?? Apakah seperti sudah sesuai dengan penanganan sampel fermentasi???

Penelitian tahap ketiga yaitu analisis fermentabilitas yang meliputi produksi NH<sub>3</sub>, VFA, protein mikrobia dan produksi protein total dan analisis pencernaan nutrisi yang meliputi KcBK dan KcBO secara *in vitro* menggunakan metode [8]. Pengukuran produksi VFA dan NH<sub>3</sub> menggunakan sampel pada inkubasi selama 3 jam. Produksi VFA dan NH<sub>3</sub> diukur dengan metode destilasi uap [9].

Analisis produksi protein total menggunakan metode *Kjehdal*, digunakan endapan yang didapat dari suspensi pelepah sawit fermentasi dan cairan rumen domba. Suspensi diendapkan dengan menggunakan larutan campuran TCA 20% dan SSA 2% melalui proses sentrifuge dengan kecepatan 12.000 rpm selama 20 menit.

**Commented [A6]:** Cairan rumen yang digunakan kerbau ato domba??????

**Commented [A7]:** ???

**Commented [A8]:** ?????

Pengukuran produksi protein mikrobia rumen *in vitro* menggunakan sampel dengan lama inkubasi 48 jam, yang disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit untuk memisahkan antara supernatan dan endapannya, dengan asumsi bahwa mikrobia belum sempurna mengendap dengan pelepah sawit fermentasi. Supernatan hasil sentrifuge digunakan untuk mengukur produksi protein mikrobia rumen dengan metode *Lowry*, dan diukur absorbansinya pada spektrofotometer dengan standar *Bovine serum albumin* (BSA).

Penentuan nilai pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik menggunakan sampel pelepah sawit sebanyak 0,55 – 0,56 gram yang dimasukkan dalam tabung fermentor, kemudian ditambah dengan larutan saliva buatan (larutan McDougall) sebanyak 40 ml dan cairan rumen domba 10 ml. Kemudian diinkubasi kedalam *waterbath* bersuhu 39<sup>o</sup>C dengan durasi 48 jam. Pengojokan selama 6 jam sekali untuk meningkatkan kontak enzim dan substratnya. Setelah 48 jam diangkat

**Commented [A9]:** Metode nya menggunakan metode apa?? Telly and terry ato modifikasi??

kemudian didinginkan. Untuk memisahkan supernatan dan endapan tabung disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Pencernaan secara enzimatis dilakukan dengan cara menambahkan endapan dengan larutan pepsin HCl sebanyak 50 ml. Kemudian diinkubasi dalam suasana anaerob selama 48 jam, selama inkubasi juga dilakukan penggojokan selama 6 jam sekali. Residu diambil dengan menyaring melalui kertas saring Whatman no 41. Sebagai kontrol digunakan cairan rumen tanpa pelepah sawit perlakuan. Residu dioven pada suhu 105°C selama 12 jam, kemudian residu dimasukkan dalam eksikator selama 15 menit dan dilakukan penimbangan, kecernaan bahan kering dapat diketahui dengan rumus:

$$\text{KcBK (\%)} = \frac{\text{BK awal} - (\text{BK residu} - \text{BK blanko})}{\text{BK awal}} \times 100$$

Keterangan, BK = Bahan Kering, KcBK = Kecernaan Bahan Kering

Penentuan KcBO dilakukan dengan memasukkan residu kedalam tanur pada suhu 600°C selama 6 jam, kemudian dihitung bobot bahan organiknya. Kecernaan bahan organik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{KcBO (\%)} = \frac{\text{BO awal} - (\text{BO residu} - \text{BO blanko})}{\text{BO awal}} \times 100$$

Keterangan, BO = Bahan Organik, KcBO = Kecernaan Bahan Organik

#### **Analisis Data**

Data Fermentabilitas dan kecernaan nutrisi dianalisis menggunakan analisis ragam, jika hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) antar perlakuan, maka untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan Uji wilayah ganda Duncan. Analisis data menggunakan program SPSS Versi 24.

## HASIL

### Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi NH<sub>3</sub>, VFA, Protein Mikrobia Rumen dan Protein Total.

Terdapat pengaruh interaksi ( $P < 0,05$ ) antara perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi yang berbeda pada pelepah sawit terhadap produksi amonia (NH<sub>3</sub>) rumen. Hal ini menunjukkan bahwa kedua faktor perlakuan pada proses fermentasi pelepah sawit saling mempengaruhi dalam produksi amonia (NH<sub>3</sub>) rumen. Kombinasi perlakuan penambahan level isolat mikrobia 3% dan lama fermentasi 28 hari (P2H2), menghasilkan produksi NH<sub>3</sub> rumen terbesar ( $P < 0,05$ ) yaitu 8,34 mM, dibandingkan dengan ketiga kombinasi perlakuan fermentasi lainnya. Perlakuan fermentasi dengan menggunakan level isolat mikrobia sebesar 1% (P1) menunjukkan, tidak adanya peningkatan produksi NH<sub>3</sub> rumen secara *in vitro*, seiring lamanya proses fermentasi yaitu dari 14 hari (H1) menjadi 28 hari (H2), masing-masing sebesar 6,48 mM dan 6,31 mM. Selengkapny rerata hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi NH<sub>3</sub>, VFA, Protein Mikrobia Rumen dan Protein Total.

Perlakuan	Parameter			
	NH <sub>3</sub>	VFA	Protein Mikroba	Protein Total
	(mM)		(mg/ml)	(mg/g)
Level Isolat x Lama Fermentasi				
P1H1	6,48 <sub>±</sub> 0,11 <sup>b</sup>	114,25 <sub>±</sub> 11,17 <sub>ns</sub>	35,83 <sub>±</sub> 1,96 <sup>ns</sup>	35,83 <sub>±</sub> 1,96 <sub>ns</sub>

P1H2	6,31±0,25 <sup>b</sup>	94,75±12,07 <sup>ns</sup>	32,55±5,79 <sup>ns</sup>	32,55±5,79 <sup>ns</sup>
P2H1	6,51±0,25 <sup>b</sup>	126,5±15,83 <sup>ns</sup>	23,02±0,56 <sup>ns</sup>	39,60±8,86 <sup>ns</sup>
P2H2	8,34±0,48 <sup>a</sup>	126±17,43 <sup>ns</sup>	7,66±0,56 <sup>ns</sup>	39,96±3,85 <sup>ns</sup>
Level Isolat				
P1	6,40±0,19 <sup>b</sup>	104,5±14,98 <sup>b</sup>	16,96±0,19 <sup>a</sup>	34,19±4,37 <sup>ns</sup>
P2	7,42±1,05 <sup>a</sup>	126,25±15,22 <sup>a</sup>	15,34±1,05 <sup>b</sup>	39,78±6,32 <sup>ns</sup>
Lama Fermentasi				
H1	6,50±0,19 <sup>b</sup>	24,28±0,18	24,28±0,18 <sup>a</sup>	37,72±6,27 <sup>ns</sup>
H2	7,32±1,05 <sup>a</sup>	8,02 <sup>b</sup> ±1,14	8,02±1,14 <sup>b</sup>	36,26±6,03 <sup>ns</sup>

<sup>a,b</sup> superskrip yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). <sup>ns</sup> (non signifikan): menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). P1: Level Isolat 1%; P2: Level Isolat 3%; H1: Lama Fermentasi 14 hari; H2: Lama Fermentasi 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi terhadap produksi VFA pelepah sawit fermentasi.

Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi oleh bakteri selulolitik baik pada perlakuan level isolat 1% (P1) dan 3% (P2) dengan lama fermentasi 14 hari (H1) dan 28 hari (H2) belum mampu saling mempengaruhi produksi VFA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kombinasi perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau hingga 3% dan lama fermentasi hingga 28 hari tidak menunjukkan adanya pengaruh interaksi, namun faktor penambahan level isolat mikrobia dan lama fermentasi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap produksi protein mikrobia rumen.

Tidak ada pengaruh interaksi antara perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi pada pelepah sawit terhadap peningkatan produksi protein total. Penambahan berbagai level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan perbedaan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh terhadap produksi protein total.

**Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Kecernaan Bahan Kering Pelepah Sawit.**

Tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan perbedaan lama fermentasi terhadap KcBK pelepah sawit fermentasi. Level isolat hingga 3% dan lama fermentasi hingga 28 hari belum saling memberikan dampak pada KcBK. Data KcBK dan KcBO Pelepah sawit fermentasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi NH<sub>3</sub>, VFA, Protein Mikrobia Rumen dan Protein Total.

Perlakuan	Parameter	
	KcBK	KcBO
------(%)-----		
Level Isolat x Lama Fermentasi		
P1H1	40,13±1,26	41,76±0,1
P1H2	41,58±2,48	41,76±1,1
P2H1	37,68±0,78	41,27±0,1
P2H2	41,22±1,34	41,02±1,1
Level Isolat		
P1	40,86±1,97 <sup>ns</sup>	41,76±0,1
P2	39,45±2,14 <sup>ns</sup>	41,15±0,1



Lama Fermentasi		
H1	38,91±1,63 <sup>b</sup>	41,52±0,29 <sup>ns</sup>
H2	41,40±1,85 <sup>a</sup>	41,33±1,15 <sup>ns</sup>

<sup>a,b</sup> superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). <sup>ns</sup>(non signifikan); menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). P1: Level Isolat 1%; P2: Level Isolat 3%; H1: Lama Fermentasi 14 hari; H2: Lama Fermentasi 28 hari.

Berdasar Tabel 3. menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi. Peningkatan pemberian level isolat mikrobia sampai 3% dengan lama fermentasi 28 hari menunjukkan mikrobia belum mampu mendegradasi bahan-bahan organik secara sinergis, terutama selulosa dan hemiselulosa, sehingga kadar bahan organik yang dihasilkan belum optimal meskipun durasi fermentasi semakin lama. Demikian pula perlakuan level isolat dan lama fermentasi secara terpisah masing-masing tidak terdapat pengaruh nyata terhadap pencernaan bahan organik.

## PEMBAHASAN

Rerata produksi  $\text{NH}_3$  rumen berkisar 6,31 mM – 8,34 mM, sejalan yang dilaporkan [10] produksi  $\text{NH}_3$  pelapah sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus niger* berkisar 5,79 - 6,33 mM dan [11], melaporkan konsentrasi  $\text{NH}_3$  sebesar 7,10-7,11 mM. pada pelepah sawit yang difermentasi dengan prolinas. [12] menyatakan untuk pertumbuhan mikrobia rumen yang optimal dibutuhkan kosnetrasi  $\text{NH}_3$  sebesar 4-21 mM.

Perlakuan fermentasi dengan level isolat mikrobia 3% (P2) menunjukkan peningkatan ( $P < 0,05$ ) produksi  $\text{NH}_3$  rumen, dengan semakin lama proses fermentasi yang dilakukan dari 14 hari (H1) menjadi 28 hari (H2). Hal ini dapat dilihat dari

Commented [A10]: Cek??

terjadinya peningkatan produksi  $\text{NH}_3$  rumen menjadi 6,51 mM dan 8,34 mM.

Produksi  $\text{NH}_3$  yang meningkat dipengaruhi kandungan PK pada Tabel 1.

**Commented [A11]:** Ditambahkan faktor yang mendukung sesuai dengan pustaka

Tidak terdapat pengaruh interaksi pada rerata produksi VFA diduga, karena kadar serat kasar baik pada pemberian level isolat mikrobia dengan lama fermentasi juga tidak terjadi perbedaan secara nyata (Tabel 2). Laju pertumbuhan mikrobia tergantung pada ketersediaan nutrisi yaitu kerangka karbon dan  $\text{NH}_3$ . Diduga dalam penelitian ini mikrobia rumen dalam memfermentasikan substrat kekurangan nutrisi, atau tidak tersedia secara bersamaan antara kerangka karbon dan  $\text{NH}_3$ , sehingga produksi VFA tidak terjadi perbedaan. Serat kasar yang tinggi menghambat mikrobia dalam mendegradasi kandungan karbohidrat dari pelepah sawit fermentasi tersebut. Pelepah sawit merupakan sumber pakan berserat yang sebagian besar terdiri dari karbohidrat. Karbohidrat pakan di dalam rumen akan didegradasi menjadi glukosa [13,14,15], selanjutnya menghasilkan VFA dengan volume yang cukup tinggi.

Penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi VFA pada perlakuan lama fermentasi 28 hari (H2) berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan perlakuan lama fermentasi 14 hari (H1). Hal ini disebabkan semakin lama fermentasi memberikan waktu bagi substrat untuk berinteraksi lebih lama dengan enzim mikrobia sehingga meningkatkan produksi VFA. Lamanya substrat berinteraksi dengan mikrobia menunjukkan peningkatan aktivitas isolat mikrobia untuk melakukan pertumbuhan dan fermentasi, yang mengakibatkan meningkatnya konsentrasi VFA [5].

Rata-rata produksi VFA pada penelitian ini sebesar 94,75 mM – 126,5 mM, masih pada kisaran normal untuk sintesis protein mikrobia yang optimal. [10] melaporkan konsentrasi VFA pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus niger* berkisar antara 75,25 sampai dengan 96,58 mM. [16], melaporkan konsentrasi

VFA pelepah sawit yang diamoniasi dan fermentasi menghasilkan VFA sebesar 95,07 - 131,35 mM. [11], melaporkan konsentrasi VFA pelepah sawit fermentasi dengan prolinas berkisar yakni 67,97-90,70 mM.

Pelepah sawit yang difermentasi selama 28 hari (H2) terjadi penurunan produksi protein mikrobial rumen. Semakin banyak level mikrobial rumen kerbau yang ditambahkan, meningkatkan populasi mikrobial dalam substrat. Semakin lama fermentasi, menyebabkan berkurangnya pasokan nutrisi dalam substrat yang dapat dimanfaatkan oleh mikrobial. Keadaan yang demikian mengakibatkan terjadinya persaingan antar mikrobial dalam memperebutkan nutrisi dalam substrat yang ketersediaannya terbatas, hal ini mengakibatkan jumlah mikrobial yang mati meningkat.

Penurunan populasi mikrobial hidup yang melekat pada pelepah sawit akibat hal di atas, menyebabkan tidak optimalnya mikrobial tersebut dalam membantu mikrobial rumen untuk memanfaatkan nutrisi prekursor sintesis protein mikrobial di dalam rumen, seperti N, sulfur, asam lemak rantai panjang, Zn, dan energi. Laju pertumbuhan mikrobial maksimal dicapai jika konsentrasi semua nutrisi tersedia secara optimum dalam rumen [17]. Kurang termanfaatkannya nutrisi prekursor sintesis protein mikrobial di dalam rumen, mengakibatkan menurunnya aktivitas mikrobial rumen dalam proses tersebut. Hal ini tercermin pada produksi  $\text{NH}_3$  dan VFA yang tidak bersamaan. *Volatile fatty acids* (VFA) lebih lambat diproduksi dari pada  $\text{NH}_3$ , karena kandungan karbohidrat struktural pada pelepah sawit fermentasi yang masih tinggi, akibat belum optimalnya perombakan ikatan kompleks (lignoselulosa dan lignohemiselulosa) pelepah sawit menjadi ikatan yang lebih sederhana pada saat proses fermentasi pelepah sawit, sehingga mikrobial rumen membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memfermentasikannya menjadi VFA,

dan tidak dapat mengimbangi kecepatan produksi  $\text{NH}_3$ . [18] Peningkatan kualitas jerami padi terhadap pencernaan nutrisi dan produk fermentasi rumen kerbau, sintesis protein mikroba ini disebabkan tersedianya nutrisi yang cukup seperti  $\text{NH}_3$  dan karbohidrat *fermentable*.

Ketersediaan  $\text{NH}_3$  harus diikuti oleh produksi VFA total secara bersamaan agar mikroba rumen dapat memanfaatkan kedua prekursor tersebut secara efisien untuk berlangsungnya proses sintesis protein mikroba. Amonia ( $\text{NH}_3$ ) berperan dalam penyediaan sumber N sedangkan VFA berperan sebagai kerangka karbon (VFA rantai cabang) dan penyedia sumber energi bagi mikroba rumen pada proses tersebut, yaitu *Adenosin trifosfat* (ATP) yang dihasilkan melalui proses pemecahan glukosa menjadi asam piruvat (glikolisis). Penurunan produksi protein mikroba rumen pada penelitian ini, terutama pada pelepah sawit yang mendapat perlakuan fermentasi P2 (3% level isolat mikroba) dan H2 (28 hari fermentasi) secara terpisah, masing-masing 15,34 dan 8,02 mg/ml. Sintesis protein mikroba (SPM) ransum yang mengandung serat sawit amoniasi pada berbagai taraf konsentrasi daun ubi kayu 0, 5, 10, 15, dan 20% menghasilkan protein mikroba masing-masing yakni 16,08, 18,50, 23,56, 30,64 dan 29,81 mg/ml [16]. Perlakuan fermentasi dengan menambahkan level isolat mikroba rumen kerbau hingga 3% dan difermentasi hingga 28 hari, diduga mengandung sedikit asam amino rantai cabang akibat penurunan populasi mikroba hidup yang melekat pada pelepah sawit. Kondisi yang ideal untuk proses sintesis protein mikroba adalah konsentrasi VFA yang diproduksi sama cepat dengan produksi  $\text{NH}_3$ , sehingga pada saat  $\text{NH}_3$  terbentuk diikuti dengan ketersediaan produk fermentasi asal karbohidrat yang digunakan sebagai sumber energi dan kerangka karbon. Nitrogen yang dibutuhkan untuk sintesis mikroba rumen adalah dalam bentuk  $\text{NH}_3$ , asam amino dan peptida.

Energi untuk sintesis mikroba rumen adalah dalam bentuk *adenosine triphosphate* (ATP). Energi dalam bentuk asam lemak terbang (volatile fatty acids/VFA) merupakan sumber energi bagi ruminansia. Hanya VFA berantai cabang yang menyediakan kerangka karbon bagi sintesis protein mikroba rumen [19].

Produksi protein total pada penelitian ini berkisar antara 32,55-39,96 mg/g dengan kadar protein kasar 1,86-2,61%, [20], melaporkan kadar protein total tongkol jagung yang diamoniasi fermentasi (amofer) dengan perbedaan aras starter komersial menghasilkan protein total berkisar antara 63,26-85,30 mg/g. Produksi protein total

yang tinggi pada penelitian ini, diduga disebabkan oleh tingginya fermentabilitas pelepah sawit di dalam rumen menjadi amonia. Amonia yang dihasilkan, secara efisien digunakan sebagai sumber N untuk sintesis protein tubuh mikroba, hal ini terutama terlihat pada kombinasi perlakuan fermentasi P1H1 dan P2H2.

Konsentrasi amonia rumen yang rendah, diduga digunakan untuk proses perkembangbiakan mikroba rumen sehingga proses fermentasi berjalan baik, atau adanya penurunan asupan N dan turunnya degradasi protein [21].

Kecernaan bahan kering pada penelitian ini yakni berkisar 37,68%-41,58%. Rerata KcBK sejalan dengan hasil kajian [22], sebesar 30,99 – 46,39% pada pelepah sawit yang difermentasi dengan berbagai sumber mikroba. Lebih tinggi dari yang dilaporkan [10] pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus niger* yang menghasilkan KcBK sebesar 20,95 - 25,23%. [23] melaporkan bahwa pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *trichoderma viride* dan *aspergillus niger*, masing-masing menghasilkan KcBK 25,71%, dan 13,31 %. Hal ini diduga karena hasil NDF (Tabel 1) yang juga tidak terjadi interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi.

**Commented [A12]:** Cari pustaka mengenai pelepah sawit nya.. karena berbeda antar sampel nya..

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata KcBK pada lama fermentasi 28 hari (H2) lebih tinggi daripada perlakuan lama fermentasi 14 hari (H1). Tingginya kecernaan bahan kering pada lama fermentasi 28 hari (H2) diduga terjadi perenggangan ikatan lignoselulosa yang lebih mudah didegradasi oleh mikrobia rumen. Lama waktu fermentasi memberikan kesempatan pada mikrobia rumen untuk mendegradasi pelepah sawit semakin tinggi sehingga KcBK meningkat. Lama waktu fermentasi memberikan kesempatan Isolat mikrobia dalam melonggarkan ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa, sehingga KcBK menjadi meningkat. [24] Rendahnya kandungan serat kasar, selulosa dan hemiselulosa memudahkan bakteri untuk melakukan penetrasi ke dalam material pakan untuk proses pencernaan tingkat kecernaan memiliki kaitan erat dengan kandungan nutrisi pakan kecernaan BK juga relatif memiliki kesamaan dengan kecernaan BO. Perubahan struktur serat tersebut mengakibatkan penetrasi enzim yang dihasilkan mikrobia rumen menjadi lebih mudah, sehingga akan meningkatkan KcBK. Proses degradasi melibatkan 3 jenis enzim yang bekerja secara sinergis, yaitu endo-1,4- $\beta$ -glukanase dan ekso-1,4- $\beta$ -glukanase serta  $\beta$ -glucosidase. Enzim – enzim tersebut membantu dalam mendegradasi komponen serat, sesuai giliran dari bagian amorf berganti dengan daerah kristalin. Penggunaan jamur dan enzim yang memiliki kemampuan memetabolisme lignoselulosa berpotensi meningkatkan nilai gizi melalui mekanisme delignifikasi yang selektif [25].

Kecernaan bahan organik pada penelitian ini berkisar 41,02%-41,76%, lebih tinggi dari kajian [10] KcBO pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus niger* menghasilkan berkisar antara 17,21 - 21,88% dan kajian [23] pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *trichoderma viride* dan *aspergillus niger*, masing-masing menghasilkan KcBO 25,11%, dan 13,74 %. [11],

melaporkan KcBK dan KcBO pelepah sawit yang difermentasi dengan prolinas berkisar 28,11-34,04% dan 28,63-31,64%. [26] menyatakan bahan pakan yang baik memiliki nilai lebih dari 60%. Kecernaan bahan organik akan tinggi jika kadar protein kasar bahan pakan tinggi dan akan rendah jika kandungan serat, baik NDF, ADF maupun hemiselulosa dalam bahan pakan tinggi [27]

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa, tidak terdapat pengaruh interaksi antara level isolat mikrobia (1 dan 3%) dengan lama waktu fermentasi (14 dan 28 hari) terhadap KcBK, KcBO, produksi VFA dan produksi protein total. Lama fermentasi 14 dan 28 hari dapat mempengaruhi KcBK dan produksi VFA pelepah sawit sedangkan kecernaan bahan organik tidak meningkat. Terdapat pengaruh interaksi perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi yang berbeda terhadap produksi amonia (NH<sub>3</sub>) rumen. Kombinasi perlakuan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi pelepah sawit secara terpisah mempengaruhi produksi protein mikrobia rumen. Pengolahan pelepah sawit melalui proses fermentasi dengan menggunakan isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau mampu meningkatkan nilai nutrien pelepah sawit

### **KONFLIK KEPENTINGAN**

Kami menyatakan bahwa dalam penulisan artikel ini tidak terdapat konflik kepentingan yang berhubungan dengan keuangan, pribadi, atau lainnya dengan orang atau organisasi lain yang terkait dengan materi yang dibahas dalam naskah.

**Commented [A13]:** Kesimpulan lebih di perjelas singkat dan dapat sesuai dengan hasil penitian yang dihasilkan...

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Mathius, W. I. 2008. Pengembangan sapi potong berbasis industri kelapa sawit. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor. Pengembangan Inovasi pertanian I (2): 206-224.
2. Rahman, M. M., M. Lourenco, H.A. Hassim, J.J.P. Boars, A.S.M. Sonnenberg, J.W. Cone J.W, J. De Boever, and V. Fievez. 2011. Improving ruminal degradability of oil palm fronds using white rot fungi. *J. Anim. Feed. Sci. and Tech.* 169 (4):157-166. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2011.06.014
3. Wanapat, M., R. Pilajun and P. Kongmun. 2009. Ruminal ecology of swamp buffalo as influenced by dietary sources. *J. Anim. Feed Sci. and Techn.* 151: 205-214. Doi : 10.1016/j.anifeedsci.2009.01.017.
4. Hanafi N.D., M.Tafsin, dan D.R.Purba. 2018. Isolasi dan karakteristik bakteri lignoselulolitik rumen kerbau sebagai pendegradasi komponen serat. *TALENTA Conference Series: Science & Technology (ST) Volume 1 Issue 2* : 101-108. <https://doi.org/10.32734/st.v1i2.287>
5. Muhtarudin dan Liman. 2006. Penentuan tingkat penggunaan mineral organik untuk memperbaiki bioproses rumen pada kambing secara *in vitro*. Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* 8 (2):132-140. DOI: <https://doi.org/10.31186/jipi.8.2.132-140>
6. Pamungkas, D., Utomo, R., Ngadiyono, N. dan Winugroho, M., 2010. Supplementing energy and protein source at different rate of degradability to mixture of corn waste and coffee pod as basal diet on rumen fermentation kinetic of beef cattle. *J. Anim. and Vet. Sci.* 15 (1): 22- 30. <https://dx.doi.org/10.14334/jitv.v15i1.674>
7. Ani, A.S., Pujaningsih, R.I. dan Widiyanto. 2015. Perlindungan protein menggunakan tannin dan saponin terhadap daya fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba. *J. Veteriner.* 16(3): 439-447.



<https://ojs.unud.ac.id/index.php/jvet/article/view/16260>

8. Tilley, J.M.A. dan R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grsld. Soc.* 18: 104 – 111. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
9. Departement of Dairy Science. 1996. *General Laboratory Procedures*. University of Winconsin, Madison.
10. Wajizah, S., Samadi, Y. Usman, dan E. Mariana. 2015. Evaluasi nilai nutrisi dan pencernaan in vitro pelepah kelapa sawit (oil palm fronds) yang difermentasi menggunakan *aspergillus niger* dengan penambahan sumber karbohidrat yang berbeda. *J. Agripet.* 15 (1): 13-19.
11. Mardalena, S. Syarif dan Akmal. 2016. Efek pemberian pelepah sawit yang difermentasi dengan prolinas terhadap karakteristik rumen sapi perah PFH. *J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan.* 19 (2):55-62. DOI: <https://doi.org/10.22437/jiip.v19i2.3846>
12. Yuan, Z. Q., S. X. Tang, B. Zeng, M. Wang, Z. L. Tan, Z. H. Sun, C. S. Zhou, X F Han, and M. A. Bamikole. 2010. Effects of dietary supplementation with alkyl polyglycoside, a nonionic surfactant, on nutrient digestion and ruminal fermentation in goats. *J. Anim. Sci.* 88: 3984-3991. doi: 10.2527/jas.2009-2397
13. Adriani dan Mushawir. 2009. Kadar glukosa darah, laktosa dan produksi susu sapi perah pada berbagai tingkat suplementasi mineral makro. *J. Ind. Trop. Animal Agri.* 34 (2):88-96.
14. Hindratiningrum, N., M. Bata dan S. A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *J. Agripet,* 11 (2): 29-34. DOI: <https://doi.org/10.17969/agripet.v11i2.371>
15. Araujo, A.P.C., Venturelli, B.C., Santos, M.C.B., Gardinal, R., Consolo, N.R.B., Calomeni, G.D., Freitas, J.E., Barletta, R.V., Gandra, J.R., Paiva, P.G., and Renno, F.P. 2015. Chitosan affects total nutrient

- digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. *Anim. Feed. Sci. and Tech.*, 206 : 114-118. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2015.05.016
16. Harahap N. , E. Mirwandhono, dan N. D. Hanafi. 2017. Uji Kecernaan Bahan Kering, Bahan Organik, Kadar  $NH_3$  Dan Vfa Pada Pelepah Daun Sawit Terolah Pada Sapi Secara In Vitro. *Jurnal Peternakan*. Vol 1 (1) : 13-21
  17. Rodríguez R., A. Sosa and Y. Rodríguez. 2007. Microbial protein synthesis in rumen and its importance to ruminants. *Cuban Journal of Agricultural Science* 41 (4) : 287-294. <https://www.researchgate.net/publication/276901672>
  18. Syapura, M. Bata dan W. S. Pratama. 2013. Peningkatan kualitas jerami padi dan pengaruhnya terhadap kecernaan nutrien dan produk fermentasi rumen kerbau dengan feces sebagai sumber inoculum. *J. Agripet*: (13) 2: 59-67. DOI: <https://doi.org/10.17969/agripet.v13i2.822>
  19. Anggraeny, Y. N., H. Soetanto, Kusmartono dan Hartutik. 2015. Sinkronisasi suplai protein dan energi dalam rumen untuk meningkatkan efisiensi pakan berkualitas rendah. *Wartazoa*. 25 (3): 107-116. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v25i3.1155>
  20. Prastyawan, R.M., B.I.M. Tampobolon dan Surono. 2012. Peningkatan kualitas tongkol jagung melalui teknologi amoniasi fermentasi (amofer) terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik serta protein total secara in vitro. *J. Anim. Agric.* 1(1): 611–621. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/aaj/article/view/783>
  21. Ramos, S., M. L. Tejido, M.E. M. J. Ranill and M.D. Carro. 2009. Microbial protein synthesis, ruminal digestion, microbial populations, and nitrogen balance in sheep fed diets varying in forage-to-concentrate ratio and type of forage. *J. Anim. Sci.* 87:2924-2934. doi: 10.2527/jas.2009-1938.
  22. Astuti, T. dan G. Yelni. 2015. Evaluasi kecernaan nutrient pelepah sawit yang difermentasi dengan berbagai sumber mikroorganisme

- sebagai bahan pakan ternak ruminansia. *J. Sain Peternakan Indonesia*. 10 (2): 101-106. DOI: <https://doi.org/10.31186/jspi.id.10.2.101-106>
23. Harahap, N., E. Mirwandhono dan N. D. Hanafi. 2017. Uji pencernaan bahan kering, bahan organik, kadar NH<sub>3</sub> dan VFA pada pelepah daun sawit terolah pada sapi secara in vitro. *J. Peternakan*. 1 (1):13-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.31604/jac.v1i1.209>
24. Agosin, E., M. T. Toller, E. Heckmann, J. M. Brillouet, P. Thivend, B. Monties, and E. Odier. 1987. Effect of Fungal Treatment of Lignocellulosics on Biodegradability. Dalam : Degradation of Lignocellulosics in Ruminants and Industrial Processes. Commission of the European Communities. Elsevier Applied science Publishers. Ltd. pp : 35-45.
25. Yanuartono, H. Purnamaningsih, S. Indarjulianto dan A. Nururroz. 2017. Potensi jerami sebagai pakan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 27 (1): 40 – 62. DOI : 10.21776/ub.jiip.2017.027.01.05
26. Fathul, F. dan S. Wajizah. 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara in vitro. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 15 (1): 9-15. <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/22029>
27. Jayanegara, A., A. Sofyan, H.P.S. Makkar dan K. Becker. 2009. Kinetika produksi gas, pencernaan bahan organik dan produksi gas metana in vitro pada hay jerami yang disuplementasi hijauan mengandung tanin. *Media Peternakan*. 32 (2): 120-129. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1147>

Commented [A14]: Cek..

**Kecernaan, Fermentabilitas Dan Produksi Protein Ruminal Pelelepah Sawit Yang Difermentasi Dengan Isolat Mikrobial Ruminal Kerbau Secara *In Vitro***

**Digestibility, Fermentability and Protein Production of Palm Frond Ruminal Protein Fermented with Buffalo Ruminal Microbial Isolate *In Vitro***

Formatted: Font color: Red

**Abstrak**

**Tujuan:** Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh level isolat mikrobial dan lama fermentasi terhadap fermentabilitas berupa produksi  $\text{NH}_3$ , volatile fatty acids (VFA) dan produksi protein mikrobial, kecernaan bahan kering (KcBK) dan kecernaan bahan organik (KcBO) secara *in vitro*.

Formatted: Subscript

**Metode:** Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian dilakukan secara *in vitro*, menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan 2 faktor perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah level isolat mikrobial (1 dan 3%) dan level lama fermentasi (14 dan 28 hari). Variabel yang diamati meliputi produksi  $\text{NH}_3$ , VFA, protein mikrobial dan protein total serta kecernaan nutrisi yang meliputi KcBK dan KcBO. Data hasil penelitian dianalisis ragam dan jika terdapat pengaruh nyata perlakuan dilanjutkan Duncan's Multiple Range Test.

Formatted: Subscript

**Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara faktor level isolat mikrobial dan lama fermentasi terhadap produksi amonia rumen. Namun demikian tidak ada pengaruh interaksi antara ~~factor~~ faktor level isolate dan lama fermentasi pada produksi volatile fatty acids, produksi protein mikrobial, produksi protein total, kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan ~~organic~~ organik. Perlakuan level isolat mikrobial dan lama fermentasi secara terpisah berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap produksi protein mikrobial rumen. Produksi VFA dan kecernaan bahan kering nyata ( $P < 0,05$ ) dipengaruhi oleh lama fermentasi, sedangkan perlakuan level isolat dan lama

fermentasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap produksi protein total dan pencernaan bahan organik.

**Kesimpulan:** Pengolahan pelepah sawit melalui proses fermentasi dengan menggunakan isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau mampu meningkatkan nilai nutrisi pelepah sawit.

**Kata Kunci:** pelepah sawit, fermentasi, *volatile fatty acids*, pencernaan dan *in vitro*

#### **Abstract**

**Objective:** The study aimed investigated ~~the~~ effect of microbial isolate levels and fermentation time on fermentability regarding ammonia ( $\text{NH}_3$ ) (~~ammonia~~) production, volatile fatty acids (VFA) and microbial protein production, dry matter digestibility and organic matter digestibility in vitro.

Formatted: Subscript

**Methods:** The experiment was conducted at the Laboratory of Nutrition and Feed Science, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Universitas Diponegoro. In vitro experiment was performed using a completely randomized design with a factorial pattern with 2 factors and 4 replications. The treatments were microbial isolate levels (1 and 3%) and fermentation time (14 and 28 days). The parameters observed included production of  $\text{NH}_3$ , VFA, microbial protein and total protein as well as the digestibility of dry matter and organic matter. The data were analyzed based on analysis of variance and if there was a significant effect the data were further analyzed with Duncan's Multiple Range Test.

Formatted: Subscript

**Results:** The amount of microbial isolate and fermentation time affected rumen ammonia production. On rumen microbial protein content, the amounts of microbial

isolate and fermentation time had substantial impact ( $P < 0.05$ ). The isolate level and fermentation time, however, had no interaction effect on VFA production, dry matter digestibility, or organic matter digestibility. The fermentation time influenced ( $P < 0.05$ ) the production of VFA and the digestibility of dry matter, but the isolate level and fermentation time had no effect on total protein production or organic matter digestibility.

**Conclusions:** Processing of palm fronds through fermentation using buffalo rumen cellulolytic microbial isolates increased nutrient values of palm fronds.

**Keywords:** palm fronds, fermentation, *volatile fatty acids*, digestibility, *in vitro*

## PENDAHULUAN

Pakan merupakan faktor penentu keberhasilan suatu usaha peternakan, oleh sebab itu penyediaan pakan yang berkualitas dan kontinyu sepanjang tahun harus dilakukan untuk meningkatkan produktivitas ternak. Oleh sebab itu, perlu dicari sumber. Pelepah sawit merupakan salah satu hasil samping perkebunan kelapa sawit yang potensial digunakan sebagai pakan ternak dan belum dimanfaatkan secara optimal. Jumlah yang melimpah dengan kandungan nutrisi yang ada dalam pelepah sawit, dapat dijadikan sebagai bahan pakan berserat bagi ruminansia.

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia seluas 12,76 juta ha pada tahun 2018 dengan produksi bahan kering mencapai 36.594.813 ton/tahun. Jumlah pelepah sawit yang dihasilkan cukup banyak dan sangat potensial digunakan sebagai sumber serat atau pengganti pakan hijauan. Komposisi nutrisi pelepah sawit adalah 26,07% bahan kering, 3,07% protein kasar, 50,94% serat kasar, 1,07% lemak kasar, 39,82% bahan

ekstrak tanpa nitrogen, 5,10% abu, 0,96% Ca, 0,08% P dan energi bruto 4,841 kkal/kg [1].

Pelepah sawit tidak dapat diberikan sebagai pakan ternak secara tunggal, karena terdapat beberapa kelemahan diantaranya adalah kandungan serat yang tinggi dan berikatan dengan lignin serta kadar protein kasar yang rendah. Kadar lignin pada pelepah sawit dilaporkan sebesar 25,35% [2]. Kadar lignin pelepah sawit yang cukup tinggi (20% dari bahan kering), menyebabkan rendahnya pencernaan pelepah sawit dan menjadi factor pembatas pemanfaatan pelepah sawit sebagai pakan [2].

Peningkatan nilai cerna dari komponen serat dapat dilakukan melalui fermentasi dengan memanfaatkan kerja bakteri lignoselulolitik dari rumen kerbau. Hal ini didasarkan bahwa karakteristik bakteri pencerna serat dari rumen kerbau yang lebih efisien dalam melakukan degradasi komponen serat, sehingga pencernaan pakan pada kerbau lebih baik dibandingkan pada sapi. Hal ini di duga karena populasi mikroba selulolitik pada rumen kerbau lebih tinggi [3]. Isolasi bakteri lignoselulolitik dari cairan rumen kerbau perlu dilakukan untuk memperoleh isolate tersebut [4].

Penilaian-Evaluasi secara biologis suatu bahan pakan pada ruminansia dapat dilakukan dengan pengukuran fermentabilitas dan kecernaannya dalam rumen secara *in vitro* merupakan salah satu indikator utama penentu kualitas suatu ransum. Tingkat fermentabilitas bahan pakan dalam rumen oleh mikrobia rumen dapat diketahui melalui produksi amonia (NH<sub>3</sub>), VFA, protein mikrobia dan protein total secara *in vitro*. Amonia adalah hasil dari degradasi protein dalam rumen yang mencerminkan aktivitas dan populasi mikrobia rumen [5]. VFA merupakan hasil degradasi karbohidrat didalam rumen oleh mikroba yang selanjutnya merupakan indikator ketersediaan energi untuk sintesis protein mikrobia. [6] menyatakan bahwa sumber protein yang dapat dimanfaatkan oleh ternak berasal dari protein mikroba dengan protein pakan yang

**Commented [A15]:** Kalimat ini menggantung..Mohon ditulis subjeknya, misalnya Hasil peneliti Pamungkas et al [6].

Lakukan perbaikan pada kalimat menggantung sejenis berikutnya

lolos degradasi dalam rumen. [7] menyatakan bahwa protein pakan yang lolos dari degradasi mikroba rumen yang tercampur dengan protein mikroba disebut juga dengan protein total. Sintesis protein mikroba membutuhkan NH<sub>3</sub> sebagai sumber N dan asam  $\alpha$ -keto sebagai kerangka karbon. Peningkatan protein total dapat terjadi jika protein hasil fermentasi mudah didegradasi oleh mikroba rumen untuk disintesis menjadi protein mikroba, hal ini harus didukung dengan ketersediaan VFA, dan nutrisi lainnya yang optimal dalam rumen. Berdasarkan hal tersebut diduga kombinasi perlakuan level isolat mikroba dari cairan rumen kerbau dan lama pemeraman dapat meningkatkan fermentabilitas dalam rumen serta akan meningkatkan nilai pencernaan nutrisi bahan pakan.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – September 2019, di [laboratorium Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang](#). Penelitian dilaksanakan melalui 3 tahap. **Tahap Pertama**, pembuatan inokulum isolat mikroba dari cairan rumen kerbau. **Tahap kedua** adalah fermentasi pelepah sawit. Proses fermentasi pelepah sawit dilakukan dengan menambahkan 0,5% urea sebagai sumber N dan menggunakan berbagai level mikroba cairan rumen kerbau per berat kering pelepah sawit. Level mikroba yang digunakan adalah 1% (P1) dan 3% (P2) pada kadar air 70% dan lama pemeraman 14 hari (H1) dan 28 hari (H2), kandungan nutrisi pelepah sawit fermentasi selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrien Pelepah Sawit Fermentasi dengan Level Isolat dan Lama Peram yang Berbeda

**Formatted:** Font: Bold

**Commented [A16]:** Uraikan preparasi inokulum isolate mikroba rumen? Cara pengambilan melalui mulut atau fistula, waktu pengambilan, berapa jam sebelum / setelah makan?  
Dari Ternak Kerbau yang dikasih pakan apa?

**Formatted:** Font: Bold



Parameter	Kombinasi Perlakuan			
	P1H1	P2H1	P1H2	P2H2
	----- (%) -----			
Air	25,01	24,72	24,82	24,9
Abu	3,76	3,49	3,78	3,8
Protein Kasar	1,86	2,07	2,34	2,6
Lemak Kasar	3,98	4,61	4,47	4,8
Serat Kasar	43,32	44,16	44,87	44,8
BETN	47,45	45,72	44,85	43,8
NDF	88,12	87,82	86,61	86,7
ADF	72,85	70,10	73,27	72,2
Lignin	42,09	34,90	42,41	46,1
Selulosa	31,10	39,50	26,56	34,7
Hemiselulosa	14,10	15,00	13,73	14,2

Keterangan: BETN : ..... NDF: ..... ADF : .....

Formatted: Font color: Red

**Penelitian tahap ketiga** yaitu analisis fermentabilitas yang meliputi produksi NH<sub>3</sub>, VFA,

Formatted: Font: Bold

protein mikrobia dan produksi protein total dan analisis pencernaan nutrisi yang meliputi KcBK dan KcBO secara *in vitro* menggunakan metode [8]. Pengukuran produksi VFA dan NH<sub>3</sub> menggunakan sampel pada inkubasi selama 3 jam. Produksi VFA dan NH<sub>3</sub> diukur dengan metode destilasi uap [9].

Formatted: Subscript

Analisis produksi protein total menggunakan metode *Kjeldahl* [1], digunakan endapan yang didapat dari suspensi pelepah sawit fermentasi dan cairan rumen domba.

Commented [A17]: Referensi ?

Formatted: Font color: Red

Suspensi diendapkan dengan menggunakan larutan campuran TCA 20% dan SSA 2% melalui proses sentrifuge dengan kecepatan 12.000 rpm selama 20 menit.

Pengukuran produksi protein mikrobia rumen *in vitro* menggunakan sampel dengan lama inkubasi 48 jam, yang disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit untuk memisahkan antara supernatan dan endapannya, dengan asumsi bahwa mikrobia belum sempurna mengendap dengan pelepah sawit fermentasi. -Supernatan hasil sentrifuge digunakan untuk mengukur produksi protein mikrobia rumen dengan metode *Lowry*, dan diukur absorbansinya pada spektrofotometer dengan standar *Bovine serum albumin* (BSA).

Penentuan nilai pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik menggunakan sampel pelepah sawit sebanyak 0,55 – 0,56 gram yang dimasukkan dalam tabung fermentor, kemudian ditambah dengan larutan saliva buatan (larutan McDougall) sebanyak 40 ml dan cairan rumen domba 10 ml. Kemudian diinkubasi kedalam *waterbath* bersuhu 39°C dengan durasi 48 jam. Pengojokan selama 6 jam sekali untuk meningkatkan kontak enzim dan substratnya. Setelah 48 jam diangkat kemudian didinginkan. Untuk memisahkan supernatan dan endapan tabung disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Pencernaan secara enzimatik dilakukan dengan cara menambahkan endapan dengan larutan pepsin HCl sebanyak 50 ml. Kemudian diinkubasi dalam suasana anaerob selama 48 jam, selama inkubasi juga dilakukan pengojokan selama 6 jam sekali. Residu diambil dengan menyaring melalui kertas saring Whatman no 41. Sebagai kontrol digunakan cairan rumen tanpa pelepah sawit perlakuan. Residu dioven pada suhu 105°C selama 12 jam, kemudian residu dimasukkan dalam eksikator selama 15 menit dan dilakukan penimbangan, pencernaan bahan kering dapat diketahui dengan rumus:

$$\text{KcBK (\%)} = \frac{\text{BK awal} - (\text{BK residu} - \text{BK blanko})}{\text{BK awal}} \times 100$$

Keterangan, BK = Bahan Kering, KcBK = Kecernaan Bahan Kering

**Commented [A18]:** Gunakan symbol derajat, bukan superskrip angka nol

**Formatted:** Font color: Red, Highlight

**Formatted:** Font color: Red, Highlight

**Commented [A19]:** Gunakan symbol derajat, lakukan perbaikan sejenis pada teks berikutnya

**Formatted:** Font color: Red, Highlight

**Formatted:** Font color: Red, Highlight

Penentuan KcBO dilakukan dengan memasukkan residu kedalam tanur pada suhu 600°C selama 6 jam, kemudian dihitung bobot bahan organiknya. Kecernaan bahan organik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{KcBO (\%)} = \frac{\text{BO awal} - (\text{BO residu} - \text{BO blanko})}{\text{BO awal}} \times 100$$

Keterangan, BO = Bahan Organik, KcBO = Kecernaan Bahan Organik

#### Analisis Data

Data Fermentabilitas dan kecernaan nutrisi dianalisis menggunakan analisis ragam, jika hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) antar perlakuan, maka untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan Uji wilayah-jarak berganda Duncan. Analisis data menggunakan program SPSS Versi 24.

#### HASIL

##### **Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi NH<sub>3</sub>, VFA, Protein Mikrobia Rumen dan Protein Total.**

Terdapat pengaruh interaksi ( $P < 0,05$ ) antara perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi yang berbeda pada pelepah sawit terhadap produksi amonia (NH<sub>3</sub>) rumen. Hal ini menunjukkan bahwa kedua faktor perlakuan pada proses fermentasi pelepah sawit saling mempengaruhi dalam produksi amonia (NH<sub>3</sub>) rumen. Kombinasi perlakuan penambahan level isolat mikrobia 3% dan lama fermentasi 28 hari (P2H2), menghasilkan produksi NH<sub>3</sub> rumen terbesar ( $P < 0,05$ ) yaitu 8,34 mM, dibandingkan dengan ketiga kombinasi perlakuan fermentasi lainnya. -Perlakuan fermentasi dengan menggunakan level isolat mikrobia sebesar 1% (P1) menunjukkan, tidak adanya peningkatan produksi NH<sub>3</sub> rumen secara *in vitro*,

Formatted: Highlight

seiring lamanya proses fermentasi yaitu dari 14 hari (H1) menjadi 28 hari (H2), masing-masing sebesar 6,48 mM dan 6,31 mM. Selengkapnya rerata hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi NH<sub>3</sub>, VFA, Protein Mikrobial Rumen dan Protein Total.

Perlakuan	Parameter			
	NH <sub>3</sub> ------(mM)-----	VFA ------(mg/ml)-----	Protein Mikroba ------(mg/ml)-----	Protein Total ------(mg/g)-----
Level Isolat x Lama Fermentasi				
P1H1	6,48±0,11 <sup>b</sup>	114,25±11,17 <sup>ns</sup>	35,83±1,96 <sup>ns</sup>	35,83±1,96 <sup>ns</sup>
P1H2	6,31±0,25 <sup>b</sup>	94,75±12,07 <sup>ns</sup>	32,55±5,79 <sup>ns</sup>	32,55±5,79 <sup>ns</sup>
P2H1	6,51±0,25 <sup>b</sup>	126,5±15,83 <sup>ns</sup>	23,02±0,56 <sup>ns</sup>	39,60±8,86 <sup>ns</sup>
P2H2	8,34±0,48 <sup>a</sup>	126±17,43 <sup>ns</sup>	7,66±0,56 <sup>ns</sup>	39,96±3,85 <sup>ns</sup>
Level Isolat				
P1	6,40±0,19 <sup>b</sup>	104,5±14,98 <sup>b</sup>	16,96±0,19 <sup>a</sup>	34,19±4,37 <sup>ns</sup>
P2	7,42±1,05 <sup>a</sup>	126,25±15,22 <sup>a</sup>	15,34±1,05 <sup>b</sup>	39,78±6,32 <sup>ns</sup>
Lama Fermentasi				
H1	6,50±0,19 <sup>b</sup>	24,28 <sup>a</sup> ±0,18	24,28±0,18 <sup>a</sup>	37,72±6,27 <sup>ns</sup>
H2	7,32±1,05 <sup>a</sup>	8,02 <sup>b</sup> ±1,14	8,02±1,14 <sup>b</sup>	36,26±6,03 <sup>ns</sup>

<sup>a,b</sup> superskrip yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05). <sup>ns</sup>(non signifikan): menunjukkan tidak berbeda nyata(P>0,05). P1: Level Isolat 1%; P2: Level Isolat 3%; H1: Lama Fermentasi 14 hari; H2: Lama Fermentasi 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi terhadap produksi VFA pelepah sawit fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi oleh bakteri selulolitik baik pada perlakuan level isolat 1% (P1) dan 3 % (P2) dengan lama fermentasi 14 hari (H1) dan 28 hari (H2) belum mampu saling mempengaruhi produksi VFA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kombinasi perlakuan penambahan level isolat mikrobial selulolitik rumen kerbau hingga 3% dan lama fermentasi hingga 28 hari tidak menunjukkan adanya pengaruh interaksi, namun faktor penambahan level isolat mikrobial dan lama fermentasi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap produksi protein mikrobial rumen.

Tidak ada pengaruh interaksi antara perlakuan penambahan level isolat mikrobial selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi pada pelepah sawit terhadap peningkatan produksi protein total. Penambahan berbagai level isolat mikrobial selulolitik rumen kerbau dan perbedaan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh terhadap produksi protein total.

**Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Kecernaan Bahan Kering Pelepah Sawit.**

Tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan perbedaan lama fermentasi terhadap KcBK pelepah sawit fermentasi. Level isolat hingga 3% dan lama fermentasi hingga 28 hari belum saling memberikan dampak pada KcBK. Data KcBK dan KcBO Pelepah sawit fermentasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi  $\text{NH}_3$ , VFA, Protein Mikrobial Rumen dan Protein Total.

Perlakuan	Parameter	
	KcBK	KcBO
Level Isolat x Lama Fermentasi	------(%)-----	

P1H1	40,13±1,26	41,76±0,11 <sup>ns</sup>
P1H2	41,58±2,48	41,76±1,19 <sup>ns</sup>
P2H1	37,68±0,78	41,27±0,17 <sup>ns</sup>
P2H2	41,22±1,34	41,02±1,19 <sup>ns</sup>
Level Isolat		
P1	40,86±1,97 <sup>ns</sup>	41,76±0,78 <sup>ns</sup>
P2	39,45±2,14 <sup>ns</sup>	41,15±0,79 <sup>ns</sup>
Lama Fermentasi		
H1	38,91±1,63 <sup>b</sup>	41,52±0,29 <sup>ns</sup>
H2	41,40±1,85 <sup>a</sup>	41,33±1,15 <sup>ns</sup>

<sup>a,b</sup> superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). <sup>ns</sup>(non signifikan): menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). P1: Level Isolat 1%; P2: Level Isolat 3%; H1: Lama Fermentasi 14 hari; H2: Lama Fermentasi 28 hari.

Berdasar Tabel 3. menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi. Peningkatan pemberian level isolat mikrobia sampai 3% dengan lama fermentasi 28 hari menunjukkan mikrobia belum mampu mendegradasi bahan-bahan organik secara sinergis, terutama selulosa dan hemiselulosa, sehingga kadar bahan organik yang dihasilkan belum optimal meskipun durasi fermentasi semakin lama. Demikian pula perlakuan level isolat dan lama fermentasi secara terpisah masing-masing tidak terdapat pengaruh nyata terhadap pencernaan bahan organik.

## PEMBAHASAN

Rerata produksi  $\text{NH}_3$  rumen berkisar 6,31 mM – 8,34 mM, sejalan yang dilaporkan [10] produksi  $\text{NH}_3$  pelapah sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus niger* berkisar 5,79 - 6,33 mM dan [11], melaporkan konsentrasi  $\text{NH}_3$  sebesar 7,10-7,11 mM. pada pelepah sawit yang difermentasi dengan prolinas. [12] menyatakan untuk

pertumbuhan mikrobia rumen yang optimal dibutuhkan konsentrasi  $\text{NH}_3$  sebesar 4-21 mM.

Perlakuan fermentasi dengan level isolat mikrobia 3% (P2) menunjukkan peningkatan ( $P < 0,05$ ) produksi  $\text{NH}_3$  rumen, dengan semakin lama proses fermentasi yang dilakukan dari 14 hari (H1) menjadi 28 hari (H2). Hal ini dapat dilihat dari terjadinya peningkatan produksi  $\text{NH}_3$  rumen menjadi 6,51 mM dan 8,34 mM. Produksi  $\text{NH}_3$  yang meningkat dipengaruhi kandungan PK pada Tabel 1.

Tidak terdapat pengaruh interaksi pada rerata produksi VFA diduga, karena kadar serat kasar baik pada pemberian level isolat mikrobia dengan lama fermentasi juga tidak terjadi perbedaan secara nyata (Tabel 2). Laju pertumbuhan mikrobia tergantung pada ketersediaan nutrisi yaitu kerangka karbon dan  $\text{NH}_3$ . Diduga dalam penelitian ini mikrobia rumen dalam memfermentasikan substrat kekurangan nutrisi, atau tidak tersedia secara bersamaan antara kerangka karbon dan  $\text{NH}_3$ , sehingga produksi VFA tidak terjadi perbedaan. Serat kasar yang tinggi menghambat mikrobia dalam mendegradasi kandungan karbohidrat dari pelepah sawit fermentasi tersebut. Pelepah sawit merupakan sumber pakan berserat yang sebagian besar terdiri dari karbohidrat. Karbohidrat pakan di dalam rumen akan didegradasi menjadi glukosa [13,14,15], selanjutnya menghasilkan VFA dengan volume yang cukup tinggi.

Penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi VFA pada perlakuan lama fermentasi 28 hari (H2) berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan perlakuan lama fermentasi 14 hari (H1). Hal ini disebabkan semakin lama fermentasi memberikan waktu bagi substrat untuk berinteraksi lebih lama dengan enzim mikrobia sehingga meningkatkan produksi VFA. Lamanya substrat berinteraksi dengan mikrobia menunjukkan peningkatan aktivitas

isolat mikrobia untuk melakukan pertumbuhan dan fermentasi, yang mengakibatkan meningkatnya konsentrasi VFA [5].

Rata-rata produksi VFA pada penelitian ini sebesar 94,75 mM – 126,5 mM, masih pada kisaran normal untuk sintesis protein mikrobia yang optimal. [10] melaporkan konsentrasi VFA pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus niger* berkisar antara 75,25 sampai dengan 96,58 mM. [16], melaporkan konsentrasi VFA pelepah sawit yang diamoniasi dan fermentasi menghasilkan VFA sebesar 95,07 - 131,35 mM. [11], melaporkan konsentrasi VFA pelepah sawit fermentasi dengan prolinas berkisar yakni 67,97-90,70 mM.

Pelepah sawit yang difermentasi selama 28 hari (H2) terjadi penurunan produksi protein mikrobia rumen. Semakin banyak level mikrobia rumen kerbau yang ditambahkan, meningkatkan populasi mikrobia dalam substrat. Semakin lama fermentasi, menyebabkan berkurangnya pasokan nutrien dalam substrat yang dapat dimanfaatkan oleh mikrobia. Keadaan yang demikian mengakibatkan terjadinya persaingan antar mikrobia dalam memperebutkan nutrien dalam substrat yang ketersediaannya terbatas, hal ini mengakibatkan jumlah mikrobia yang mati meningkat.

Penurunan populasi mikrobia hidup yang melekat pada pelepah sawit akibat hal di atas, menyebabkan tidak optimalnya mikrobia tersebut dalam membantu mikrobia rumen untuk memanfaatkan nutrien prekursor sintesis protein mikrobia di dalam rumen, seperti N, sulfur, asam lemak rantai panjang, Zn, dan energi. Laju pertumbuhan mikrobia maksimal dicapai jika konsentrasi semua nutrien tersedia secara optimum dalam rumen [17]. Kurang termanfaatkannya nutrien prekursor sintesis protein mikrobia di dalam rumen, mengakibatkan menurunnya aktivitas mikrobia rumen dalam proses tersebut. Hal ini tercermin pada produksi  $\text{NH}_3$  dan VFA yang tidak



bersamaan. *Volatile fatty acids* (VFA) lebih lambat diproduksi dari pada  $\text{NH}_3$ , karena kandungan karbohidrat struktural pada pelepah sawit fermentasi yang masih tinggi, akibat belum optimalnya perombakan ikatan kompleks (lignoselulosa dan lignohemiselulosa) pelepah sawit menjadi ikatan yang lebih sederhana pada saat proses fermentasi pelepah sawit, sehingga mikrobia rumen membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memfermentasikannya menjadi VFA, dan tidak dapat mengimbangi kecepatan produksi  $\text{NH}_3$ . [18] Peningkatan kualitas jerami padi terhadap kecernaan nutrisi dan produk fermentasi rumen kerbau, sintesis protein mikroba ini disebabkan tersedianya nutrisi yang cukup seperti  $\text{NH}_3$  dan karbohidrat yang mudah terfermentasi (*fermentable*).

Formatted: Font: Not Italic

Ketersediaan  $\text{NH}_3$  harus diikuti oleh produksi VFA total secara bersamaan agar mikrobia rumen dapat memanfaatkan kedua prekursor tersebut secara efisien untuk berlangsungnya proses sintesis protein mikrobia. Amonia ( $\text{NH}_3$ ) berperan dalam penyediaan sumber N sedangkan VFA berperan sebagai kerangka karbon (VFA rantai cabang) dan penyedia sumber energi bagi mikrobia rumen pada proses tersebut, yaitu *Adenosin-adenosin trifosfat* (ATP) yang dihasilkan melalui proses pemecahan glukosa menjadi asam piruvat (glikolisis). Penurunan produksi protein mikrobia rumen pada penelitian ini, terutama pada pelepah sawit yang mendapat perlakuan fermentasi P2 (3% level isolat mikrobia) dan H2 (28 hari fermentasi) secara terpisah, masing-masing 15,34 dan 8,02 mg/ml. Sintesis protein mikroba (SPM) ransum yang mengandung serat sawit amoniasi pada berbagai taraf konsentrasi daun ubi kayu 0, 5, 10, 15, dan 20% menghasilkan protein mikroba masing-masing yakni 16,08, 18,50, 23,56, 30,64 dan 29,81 mg/ml [16]. Perlakuan fermentasi dengan menambahkan level isolat mikrobia rumen kerbau hingga 3% dan difermentasi hingga 28 hari, diduga mengandung sedikit asam amino rantai cabang akibat penurunan populasi mikrobia hidup yang melekat

pada pelepah sawit. Kondisi yang ideal untuk proses sintesis protein mikrobia adalah konsentrasi VFA yang diproduksi sama cepat dengan produksi NH<sub>3</sub>, sehingga pada saat NH<sub>3</sub> terbentuk diikuti dengan ketersediaan produk fermentasi asal karbohidrat yang digunakan sebagai sumber energi dan kerangka karbon. Nitrogen yang dibutuhkan untuk sintesis mikroba rumen adalah dalam bentuk NH<sub>3</sub>, asam amino dan peptida. Energi untuk sintesis mikroba rumen adalah dalam bentuk *adenosine triphosphate* (ATP). Energi dalam bentuk asam lemak terbang (*volatile fatty acids/VFA*) merupakan sumber energi bagi ruminansia. Hanya VFA berantai cabang yang menyediakan kerangka karbon bagi sintesis protein mikroba rumen [19].

**Formatted:** Font: Italic

Produksi protein total pada penelitian ini berkisar antara 32,55-39,96 mg/g dengan kadar protein kasar 1,86-2,61%, [20], melaporkan kadar protein total tongkol jagung yang diamoniasi fermentasi (amofer) dengan perbedaan **aras starter** komersial menghasilkan protein total berkisar antara 63,26-85,30 mg/g. Produksi protein total yang tinggi pada penelitian ini, diduga disebabkan oleh tingginya fermentabilitas pelepah sawit di dalam rumen menjadi amonia. Amonia yang dihasilkan, secara efisien digunakan sebagai sumber N untuk sintesis protein tubuh mikrobia, hal ini terutama terlihat pada kombinasi perlakuan fermentasi P1H1 dan P2H2. Konsentrasi amonia rumen yang rendah, diduga digunakan untuk proses perkembangbiakan mikrobia rumen sehingga proses fermentasi berjalan baik, atau adanya penurunan asupan N dan turunnya– degradasi protein [21].

**Commented [A20]:** Aras atau level atau dosis?

**Commented [A21]:** Starter atau inokulum, gunakan kata secara konsisten

Kecernaan bahan kering pada penelitian ini yakni berkisar 37,68%-41,58%. Rerata KcBK sejalan dengan hasil kajian [22], sebesar 30,99 – 46,39% pada pelepah sawit yang difermentasi dengan berbagai sumber mikroba. Lebih tinggi dari yang dilaporkan- [10] pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus-Aspergillus niger* yang menghasilkan KcBK- sebesar 20,95 - 25,23%. [23] melaporkan bahwa

**Commented [A22]:** Perlu subjek

pelelah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *trichoderma-Trichoderma viride* dan *aspergillus-Aspergillus niger*, masing-masing menghasilkan KcBK 25,71%, dan 13,31%. Hal ini diduga karena hasil NDF (Tabel 1) yang juga tidak terjadi interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata KcBK pada lama fermentasi 28 hari (H2) lebih tinggi daripada perlakuan lama fermentasi 14 hari (H1). Tingginya pencernaan bahan kering pada lama fermentasi 28 hari (H2) diduga terjadi perenggangan ikatan lignoselulosa yang lebih mudah didegradasi oleh mikrobia rumen. Lama waktu fermentasi memberikan kesempatan pada mikrobia rumen untuk mendegradasi pelelah sawit semakin tinggi sehingga KcBK meningkat. Lama waktu fermentasi memberikan kesempatan ~~isolat-isolat~~ mikrobia dalam melonggarkan ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa, sehingga KcBK menjadi meningkat. [24]

Rendahnya kandungan serat kasar, selulosa dan hemiselulosa memudahkan bakteri untuk melakukan penetrasi ke dalam material pakan untuk proses pencernaan tingkat pencernaan memiliki kaitan erat dengan kandungan nutrisi pakan pencernaan BK juga relatif memiliki kesamaan dengan pencernaan BO. Perubahan struktur serat tersebut mengakibatkan penetrasi enzim yang dihasilkan mikrobia rumen menjadi lebih mudah, sehingga akan meningkatkan KcBK. Proses degradasi melibatkan 3 jenis enzim yang bekerja secara sinergis, yaitu endo-1,4- $\beta$ -glucanase dan ekso-1,4- $\beta$ -glucanase serta  $\beta$ -glucosidase. Enzim – enzim tersebut membantu dalam mendegradasi komponen serat, sesuai giliran dari bagian amorf berganti dengan daerah kristalin. Penggunaan jamur dan enzim yang memiliki kemampuan memetabolisme lignoselulosa berpotensi meningkatkan nilai gizi melalui mekanisme delignifikasi yang selektif [25].

Kecernaan bahan organik pada penelitian ini berkisar 41,02%-41,76%, lebih tinggi dari kajian [10] KcBO pada pelelah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan

**Commented [A23]:** Penempatan referensi perlu memperhatikan pola kalimat.

*aspergillus-Aspergillus niger* menghasilkan berkisar antara 17,21 - 21,88% dan kajian [23] pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *trichoderma Trichoderma viride* dan *aspergillus-Aspergillus niger*, masing-masing menghasilkan KcBO 25,11%, dan 13,74 %. [11], melaporkan KcBK dan KcBO pelepah sawit yang difermentasi dengan prolinas berkisar 28,11-34,04% dan 28,63-31,64%. [26] menyatakan bahan pakan yang baik memiliki nilai lebih dari 60%. Kecernaan bahan organik akan tinggi jika kadar protein kasar bahan pakan tinggi dan akan rendah jika kandungan serat, baik NDF, ADF maupun hemiselulosa dalam bahan pakan tinggi [27]

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa, tidak terdapat pengaruh interaksi antara level isolat mikrobia (1 dan 3%) dengan lama waktu fermentasi (14 dan 28 hari) terhadap nilai KcBK, KcBO, produksi VFA dan produksi protein total. Lama fermentasi 14 dan 28 hari dapat mempengaruhi KcBK dan produksi VFA pelepah sawit sedangkan kecernaan bahan organik tidak meningkat. Terdapat pengaruh interaksi perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi yang berbeda terhadap produksi amonia (NH<sub>3</sub>) rumen. Kombinasi perlakuan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi pelepah sawit secara terpisah mempengaruhi produksi protein mikrobia rumen. Pengolahan pelepah sawit melalui proses fermentasi dengan menggunakan isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau mampu meningkatkan nilai nutrien pelepah sawit.

## KONFLIK KEPENTINGAN

**Commented [A24]:** Simpulan perlu diperbaiki, fokuskan menjawab tujuan/hipotesis. Tuliskan simpulan penting /kalimat utama, diikuti kalimat penjelas..

**Commented [A25]:** Apakah dalam penelitian ini dilakukan isolasi mikroba selulolitik dari cairan rumen kerbau ?  
-Jika dilakukan isolasi, jelaskan di metode, media selektif apa yang digunakan.  
-Namun, jika hanya mengambil cairan rumen kerbau.. cukup dikatakan..... menggunakan cairan rumen kerbau sebagai inokulum pengolahan pelepah sawit .....

Kami menyatakan bahwa dalam penulisan artikel ini tidak terdapat konflik kepentingan yang berhubungan dengan keuangan, pribadi, atau lainnya dengan orang atau organisasi lain yang terkait dengan materi yang dibahas dalam naskah.

#### DAFTAR PUSTAKA

28. Mathius, W. I. 2008. Pengembangan sapi potong berbasis industri kelapa sawit. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor. Pengembangan Inovasi pertanian I (2): 206-224.
29. Rahman, M. M., M. Lourenco, H.A. Hassim, J.J.P. Boars, A.S.M. Sonnenberg, J.W. Cone J.W, J. De Boever, and V. Fievez. 2011. Improving ruminal degradability of oil palm fronds using white rot fungi. J. Anim. Feed. Sci. and Tech. 169 (4):157-166. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2011.06.014
30. Wanapat, M., R. Pilajun and P. Kongmun. 2009. Ruminal ecology of swamp buffalo as influenced by dietary sources. J. Anim. Feed Sci. and Techn. 151: 205-214. Doi : 10.1016/j.anifeedsci.2009.01.017.
31. Hanafi N.D., M.Tafsin, dan D.R.Purba. 2018. Isolasi dan karakteristik bakteri lignoselulolitik rumen kerbau sebagai pendegradasi komponen serat. TALENTA Conference Series: Science & Technology (ST) Volume 1 Issue 2 : 101-108. <https://doi.org/10.32734/st.v1i2.287>
32. Muhtarudin dan Liman. 2006. Penentuan tingkat penggunaan mineral organik untuk memperbaiki bioproses rumen pada kambing secara *in vitro*. Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia 8 (2):132-140. DOI: <https://doi.org/10.31186/jipi.8.2.132-140>
33. Pamungkas, D., Utomo, R., Ngadiyono, N. dan Winugroho, M., 2010. Supplementing energy and protein source at different rate of degradability to mixture of corn waste and coffee pod as basal diet on rumen fermentation kinetic of beef cattle. J. Anim. and Vet. Sci. 15 (1): 22- 30.

<https://dx.doi.org/10.14334/jitv.v15i1.674>

34. Ani, A.S., Pujaningsih, R.I. dan Widiyanto. 2015. Perlindungan protein menggunakan tannin dan saponin terhadap daya fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba. *J. Veteriner.* 16(3): 439-447. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jvet/article/view/16260>
35. Tilley, J.M.A. dan R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grsld. Soc.* 18: 104 – 111. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
36. Departement of Dairy Science. 1996. General Laboratory Procedures. University of Winconsin, Madison.
37. Wajizah, S., Samadi, Y. Usman, dan E. Mariana. 2015. Evaluasi nilai nutrisi dan pencernaan in vitro pelepah kelapa sawit (oil palm fronds) yang difermentasi menggunakan *aspergillus niger* dengan penambahan sumber karbohidrat yang berbeda. *J. Agripet.* 15 (1): 13-19.
38. Mardalena, S. Syarif dan Akmal. 2016. Efek pemberian pelepah sawit yang difermentasi dengan prolinas terhadap karakteristik rumen sapi perah PFH. *J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan.* 19 (2):55-62. DOI: <https://doi.org/10.22437/jiip.v19i2.3846>
39. Yuan, Z. Q., S. X. Tang, B. Zeng, M. Wang, Z. L. Tan, Z. H. Sun, C. S. Zhou, X F Han, and M. A. Bamikole. 2010. Effects of dietary supplementation with alkyl polyglycoside, a nonionic surfactant, on nutrient digestion and ruminal fermentation in goats. *J. Anim. Sci.* 88: 3984-3991. doi: 10.2527/jas.2009-2397
40. Adriani dan Mushawir. 2009. Kadar glukosa darah, laktosa dan produksi susu sapi perah pada berbagai tingkat suplementasi mineral makro. *J. Ind. Trop. Animal Agri.* 34 (2):88-96.
41. Hindratiningrum, N., M. Bata dan S. A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami

- amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *J. Agripet*, 11 (2): 29-34. DOI: <https://doi.org/10.17969/agripet.v11i2.371>
42. Araujo, A.P.C., Venturelli, B.C., Santos, M.C.B., Gardinal, R., Consolo, N.R.B., Calomeni, G.D., Freitas, J.E., Barletta, R.V., Gandra, J.R., Paiva, P.G., and Renno, F.P. 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. *Anim. Feed. Sci. and Tech.*, 206 : 114-118. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2015.05.016
43. Harahap N. , E. Mirwandhono, dan N. D. Hanafi. 2017. Uji Kecernaan Bahan Kering, Bahan Organik, Kadar  $NH_3$  Dan Vfa Pada Pelepah Daun Sawit Terolah Pada Sapi Secara In Vitro. *Jurnal Peternakan*. Vol 1 (1) : 13-21
44. Rodríguez R., A. Sosa and Y. Rodríguez. 2007. Microbial protein synthesis in rumen and its importance to ruminants. *Cuban Journal of Agricultural Science* 41 (4) : 287-294. <https://www.researchgate.net/publication/276901672>
45. Syapura, M. Bata dan W. S. Pratama. 2013. Peningkatan kualitas jerami padi dan pengaruhnya terhadap kecernaan nutrien dan produk fermentasi rumen kerbau dengan feces sebagai sumber inoculum. *J. Agripet*: (13) 2: 59-67. DOI: <https://doi.org/10.17969/agripet.v13i2.822>
46. Anggraeny, Y. N., H. Soetanto, Kusmartono dan Hartutik. 2015. Sinkronisasi suplai protein dan energi dalam rumen untuk meningkatkan efisiensi pakan berkualitas rendah. *Wartazoa*. 25 (3): 107-116. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v25i3.1155>
47. Prastyawan, R.M., B.I.M. Tampoebolon dan Surono. 2012. Peningkatan kualitas tongkol jagung melalui teknologi amoniasi fermentasi (amofor) terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik serta protein total secara in vitro. *J. Anim. Agric.* 1(1): 611-621. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/aaj/article/view/783>
48. Ramos, S., M. L. Tejido, M.E. M. J. Ranill and M.D. Carro. 2009. Microbial protein synthesis, ruminal digestion, microbial populations, and

- nitrogen balance in sheep fed diets varying in forage-to-concentrate ratio and type of forage. *J. Anim. Sci.* 87:2924-2934. doi: 10.2527/jas.2009-1938.
49. Astuti, T. dan G. Yelni. 2015. Evaluasi pencernaan nutrient pelepah sawit yang difermentasi dengan berbagai sumber mikroorganisme sebagai bahan pakan ternak ruminansia. *J. Sain Peternakan Indonesia.* 10 (2): 101-106. DOI: <https://doi.org/10.31186/jspi.id.10.2.101-106>
50. Harahap, N., E. Mirwandhono dan N. D. Hanafi. 2017. Uji pencernaan bahan kering, bahan organik, kadar NH<sub>3</sub> dan VFA pada pelepah daun sawit terolah pada sapi secara in vitro. *J. Peternakan.* 1 (1):13-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.31604/jac.v1i1.209>
51. Agosin, E., M. T. Tollier, E. Heckmann, J. M. Brillouet, P. Thivend, B. Monties, and E. Odier. 1987. Effect of Fungal Treatment of Lignocellulosics on Biodegradability. *Dalam* : Degradation of Lignocellulosics in Ruminants and Industrial Processes. Commission of the European Communities. Elsevier Applied science Publishers. Ltd. pp : 35-45.
52. Yanuartono, H. Purnamaningsih, S. Indarjulianto dan A. Nururroz. 2017. Potensi jerami sebagai pakan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan.* 27 (1): 40 – 62. DOI : 10.21776/ub.jiip.2017.027.01.05
53. Fathul, F. dan S. Wajizah. 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara in vitro. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner.* 15 (1): 9-15. <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/22029>
54. Jayanegara, A., A. Sofyan, H.P.S. Makkar dan K. Becker. 2009. Kinetika produksi gas, pencernaan bahan organik dan produksi gas metana in vitro pada hay jerami yang disuplementasi hijauan mengandung tanin. *Media Peternakan.* 32 (2): 120-129. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1147>



Revisi 1

*Original Article*

**Kecernaan, Fermentabilitas Dan Produksi Protein Ruminal Pelepah Sawit Yang Difermentasi**

**Dengan Isolat Mikrobial Rumen Kerbau Secara In Vitro**

**Digestibility, Fermentability and Protein Production of Palm Frond Ruminal Protein Fermented with Buffalo Rumen Microbial Isolate *In Vitro***

**Formatted:** Font color: Red

## Abstrak

**Tujuan:** Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh level isolat mikrobia dan lama fermentasi terhadap fermentabilitas berupa produksi  $\text{NH}_3$ , volatile fatty acids (VFA) dan produksi protein mikrobia, kecernaan bahan kering (KcBK) dan kecernaan bahan organik (KcBO) secara *in vitro*.

Formatted: Subscript

**Metode:** Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian dilakukan secara *in vitro*, menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan 2 faktor perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah level isolat mikrobia (1 dan 3%) dan level lama fermentasi (14 dan 28 hari).

Variabel yang diamati meliputi produksi  $\text{NH}_3$ , VFA, protein mikrobia dan protein total serta kecernaan nutrien yang meliputi KcBK dan KcBO. Data hasil penelitian dianalisis ragam dan jika terdapat pengaruh nyata perlakuan dilanjutkan Duncan's Multiple Range Test.

Formatted: Subscript

**Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara faktor level isolat mikrobia dan lama fermentasi terhadap produksi amonia rumen. Namun demikian tidak ada pengaruh interaksi antara ~~factor-faktor~~ level isolate dan lama fermentasi pada produksi volatile fatty acids, produksi protein mikrobia, produksi protein total, kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan ~~organic~~organik. Perlakuan level isolat mikrobia dan lama fermentasi secara terpisah berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap produksi protein mikrobia rumen. Produksi VFA dan kecernaan bahan kering nyata ( $P < 0,05$ ) dipengaruhi oleh lama fermentasi, sedangkan perlakuan level isolat dan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap produksi protein total dan kecernaan bahan organik.

**Kesimpulan:** Pengolahan pelepah sawit melalui proses fermentasi dengan menggunakan isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau mampu meningkatkan nilai nutrien pelepah sawit.

**Kata Kunci:** pelepah sawit, fermentasi, *volatile fatty acids*, kecernaan dan *in vitro*

## Abstract

**Objective:** The study aimed investigated ~~the~~ effect of microbial isolate levels and fermentation time on fermentability regarding ~~ammonia~~ (NH<sub>3</sub>) (~~ammonia~~) production, volatile fatty acids (VFA) and microbial protein production, dry matter digestibility and organic matter digestibility in vitro.

Formatted: Subscript

**Methods:** The experiment was conducted at the Laboratory of Nutrition and Feed Science, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Universitas Diponegoro. In vitro experiment was performed using a completely randomized design with a factorial pattern with 2 factors and 4 replications. The treatments were microbial isolate levels (1 and 3%) and fermentation time (14 and 28 days). The parameters observed included production of NH<sub>3</sub>, VFA, microbial protein and total protein as well as the digestibility of dry matter and organic matter. The data were analyzed based on analysis of variance and if there was a significant effect the data were further analyzed with Duncan's Multiple Range Test.

Formatted: Subscript

**Results:** The amount of microbial isolate and fermentation time affected rumen ammonia production. On rumen microbial protein content, the amounts of microbial isolate and fermentation time had substantial impact (P<0.05). The isolate level and fermentation time, however, had no interaction effect on VFA production, dry matter digestibility, or organic matter digestibility. The fermentation time influenced (P<0.05) the production of VFA and the digestibility of dry matter, but the isolate level and fermentation time had no effect on total protein production or organic matter digestibility.

**Conclusions:** Processing of palm fronds through fermentation using buffalo rumen cellulolytic microbial isolates increased nutrient values of palm fronds.

**Keywords:** palm fronds, fermentation, *volatil fatty acids*, digestibility, *in vitro*

## PENDAHULUAN

Pakan merupakan faktor penentu keberhasilan suatu usaha peternakan, oleh sebab itu penyediaan pakan yang berkualitas dan kontinyu sepanjang tahun harus dilakukan untuk meningkatkan produktivitas ternak. Oleh karena itu, perlu dicari sumber bahan pakan alternatif yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Oleh sebab itu, perlu dicari sumber. Pelepah sawit merupakan salah satu hasil samping perkebunan kelapa sawit yang potensial digunakan sebagai pakan ternak dan belum dimanfaatkan secara optimal. Jumlah yang melimpah dengan kandungan nutrisi yang ada dalam pelepah sawit, dapat dijadikan sebagai bahan pakan berserat bagi ruminansia.

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia seluas 12,76 juta ha pada tahun 2018 dengan produksi bahan kering mencapai 36.594.813 ton/tahun. Jumlah pelepah sawit yang dihasilkan cukup banyak dan sangat potensial digunakan sebagai sumber serat atau pengganti pakan hijauan. Komposisi nutrisi pelepah sawit adalah 26,07% bahan kering, 3,07% protein kasar, 50,94% serat kasar, 1,07% lemak kasar, 39,82% bahan ekstrak tanpa nitrogen, 5,10% abu, 0,96% Ca, 0,08% P dan energi bruto 4,841 kkal/kg [1].

Pelepah sawit tidak dapat diberikan sebagai pakan ternak secara tunggal, karena terdapat beberapa kelemahan diantaranya adalah kandungan serat yang tinggi dan berikatan dengan lignin serta kadar protein kasar yang rendah. Kadar lignin pada pelepah sawit dilaporkan sebesar 25,35% [2]. Kadar lignin pelepah sawit yang tinggi mencapai lebih dari 20% dari biomassa kering lignin pelepah sawit yang cukup tinggi (20% dari bahan kering), menyebabkan rendahnya pencernaan pelepah sawit dan menjadi faktor pembatas pemanfaatan pelepah sawit sebagai pakan [2].

Peningkatan nilai cerna dari komponen serat dapat dilakukan melalui fermentasi dengan memanfaatkan kerja bakteri lignoselulolitik dari rumen kerbau. Hal ini didasarkan bahwa

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

karakteristik bakteri pencerna serat dari rumen kerbau yang lebih efisien dalam melakukan degradasi komponen serat, sehingga kecernaan pakan pada kerbau lebih baik dibandingkan pada sapi. Hal ini di duga karena populasi mikroba selulolitik pada rumen kerbau lebih tinggi [3]. Isolasi bakteri lignoselulolitik dari cairan rumen kerbau perlu dilakukan untuk memperoleh isolate tersebut [4].

Penilaian-Evaluasi secara biologis suatu bahan pakan pada ruminansia dapat dilakukan dengan pengukuran fermentabilitas dan kecernaannya dalam rumen secara *in vitro* merupakan salah satu indikator utama penentu kualitas suatu ransum. Tingkat fermentabilitas bahan pakan dalam rumen oleh mikroba rumen dapat diketahui melalui produksi amonia (NH<sub>3</sub>), VFA, protein mikroba dan protein total secara *in vitro*. Amonia adalah hasil dari degradasi protein dalam rumen yang mencerminkan aktivitas dan populasi mikroba rumen [5]. VFA merupakan hasil degradasi karbohidrat didalam rumen oleh mikroba yang selanjutnya merupakan indikator ketersediaan energi untuk sintesis protein mikroba. Pamungkas et al., [6] menyatakan bahwa sumber protein yang dapat dimanfaatkan oleh ternak berasal dari protein mikroba dengan protein pakan yang lolos degradasi dalam rumen. [7] menyatakan bahwa p<sub>1</sub>rotein pakan yang lolos dari degradasi mikroba rumen yang tercampur dengan protein mikroba disebut juga dengan protein total. Sintesis protein mikroba membutuhkan NH<sub>3</sub> sebagai sumber N dan asam α-keto sebagai kerangka karbon [7]. Peningkatan protein total dapat terjadi jika protein hasil fermentasi mudah didegradasi oleh mikroba rumen untuk disintesis menjadi protein mikroba, hal ini harus didukung dengan ketersediaan VFA, dan nutrien lainnya yang optimal dalam rumen [7]. Berdasarkan hal tersebut diduga kombinasi perlakuan level isolat mikroba dari cairan rumen kerbau dan lama pemeraman dapat meningkatkan fermentabilitas dalam rumen serta akan meningkatkan nilai kecernaan nutrien bahan pakan.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Subscript

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – September 2019, di ~~Laboratorium~~ Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian dilaksanakan melalui 3 tahap. **Tahap Pertama**, pembuatan inokulum isolat mikrobial dari cairan rumen kerbau. Cairan rumen kerbau yang baru diambil dari RPH diinkubasi pada suhu 39°C selama 16 jam dengan menambahkan 1% avicel dan 2% glukosa. Isolasi dilakukan dengan menggunakan 50 ml medium selektif cair dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer yang telah berisi substrat, kemudian menambahkan 2% cairan rumen kerbau yang telah diinkubasi dengan dialiri gas CO<sub>2</sub>. Tabung erlenmeyer ditutup rapat dan diinkubasi pada suhu 39°C selama 6 hari [8]. Bachrudin et al., 1998. Kultur hasil biakan disimpan di lemari pendingin selama dua minggu, kemudian direinokulasi pada medium cair selama 16 jam untuk digunakan sebagai inokulum pada proses fermentasi. **Tahap kedua** adalah fermentasi pelepah sawit. Proses fermentasi pelepah sawit dilakukan dengan menambahkan 0,5% urea sebagai sumber N dan menggunakan berbagai level mikrobial cairan rumen kerbau per berat kering pelepah sawit. Level mikrobial yang digunakan adalah 1% (P1) dan 3% (P2) pada kadar air 70% dan lama pemeraman 14 hari (H1) dan 28 hari (H2). Kandungan nutrisi pelepah sawit fermentasi diukur komponen proksimatnya berdasarkan metode Association of Official Analytical Chemist (AOAC) [9(2005)], Analisis pencernaan ADF, NDF dan hemiselulosa menggunakan prosedur Van Soest [10]. Kandungan nutrisi pelepah sawit fermentasi selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Formatted: Font: Bold

Formatted: Subscript

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Tabel 1. Kandungan Nutrien Pelepah Sawit Fermentasi dengan Level Isolat dan Lama Peram yang Berbeda

Parameter	Kombinasi Perlakuan			
	P1H1	P2H1	P1H2	P2H2
	----- (%) -----			
Air	25,01	24,72	24,82	24,91
Abu	3,76	3,49	3,78	3,80
Protein Kasar	1,86	2,07	2,34	2,61

Lemak Kasar	3,98	4,61	4,47	4,85
Serat Kasar	43,32	44,16	44,87	44,89
BETN	47,45	45,72	44,85	43,88
NDF	88,12	87,82	86,61	86,78
ADF	72,85	70,10	73,27	72,28
Lignin	42,09	34,90	42,41	46,17
Selulosa	31,10	39,50	26,56	34,77
Hemiselulosa	14,10	15,00	13,73	14,23

Keterangan: BETN : Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen, NDF: neutral detergent fiber, ADF : acid detergent fiber.

Penelitian tahap ketiga yaitu analisis fermentabilitas yang meliputi produksi  $\text{NH}_3$ , VFA, protein mikrobia dan produksi protein total dan analisis pencernaan nutrisi yang meliputi KcBK dan KcBO secara *in vitro* menggunakan metode [811]. Pengukuran produksi VFA dan  $\text{NH}_3$  menggunakan sampel pada inkubasi selama 3 jam. Produksi VFA dan  $\text{NH}_3$  diukur dengan metode destilasi uap [912].

Analisis produksi protein total menggunakan metode *Kjehdal* [9], digunakan endapan yang didapat dari suspensi pelepah sawit fermentasi yang diinkubasi dan dalam cairan rumen domba. Suspensi diendapkan dengan menggunakan larutan campuran *Trichloroacetic acid* (TCA) 20% dan *sulfosalicylic acid* (SSA) 2% melalui proses sentrifuge dengan kecepatan 12.000 rpm selama 20 menit.

Pengukuran produksi protein mikrobia rumen *in vitro* menggunakan sampel dengan lama inkubasi 48 jam, yang disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit untuk memisahkan antara supernatan dan endapannya, dengan asumsi bahwa mikrobia belum sempurna mengendap dengan pelepah sawit fermentasi. -Supernatan hasil sentrifuge digunakan untuk mengukur produksi protein mikrobia rumen dengan metode *Lowry*, dan diukur absorbansinya pada spektrofotometer dengan standar *Bovine serum albumin* (BSA).

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Bold

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Font color: Text 1

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt, Italic, Font color: Text 1

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt, Italic, Font color: Text 1

Formatted: Font color: Text 1

Penentuan nilai pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik menggunakan metode [8], menggunakan sampel pelepah sawit sebanyak 0,55 – 0,56 gram yang dimasukkan dalam tabung fermentor, kemudian ditambah dengan larutan saliva buatan (larutan McDougall) sebanyak 40 ml dan cairan rumen domba 10 ml. Kemudian diinkubasi kedalam *waterbath* bersuhu 39°C dengan durasi 48 jam. Pengojokan selama 6 jam sekali untuk meningkatkan kontak enzim dan substratnya. Setelah 48 jam diangkat kemudian didinginkan. Untuk memisahkan supernatan dan endapan tabung disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Pencernaan secara enzimatik dilakukan dengan cara menambahkan endapan dengan larutan pepsin HCl sebanyak 50 ml. Kemudian diinkubasi dalam suasana anaerob selama 48 jam, selama inkubasi juga dilakukan pengojokan selama 6 jam sekali. Residu diambil dengan menyaring melalui kertas saring Whatman no 41. Sebagai kontrol digunakan cairan rumen tanpa pelepah sawit perlakuan. Residu dioven pada suhu 105°C selama 12 jam, kemudian residu dimasukkan dalam eksikator selama 15 menit dan dilakukan penimbangan, pencernaan bahan kering dapat diketahui dengan rumus:

$$\text{KcBK (\%)} = \frac{\text{BK awal} - (\text{BK residu} - \text{BK blanko})}{\text{BK awal}} \times 100$$

Keterangan, BK = Bahan Kering, KcBK = Kecernaan Bahan Kering

Penentuan KcBO dilakukan dengan memasukkan residu kedalam tanur pada suhu 600°C selama 6 jam, kemudian dihitung bobot bahan organiknya. Kecernaan bahan organik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{KcBO (\%)} = \frac{\text{BO awal} - (\text{BO residu} - \text{BO blanko})}{\text{BO awal}} \times 100$$

Keterangan, BO = Bahan Organik, KcBO = Kecernaan Bahan Organik

#### Analisis Data

Data Fermentabilitas dan pencernaan nutrisi dianalisis menggunakan analisis ragam, jika hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) antar perlakuan, maka untuk mengetahui perbedaan

**Commented [A26]:** Gunakan symbol derajat, bukan superskrip angka nol

**Commented [A27]:** Gunakan symbol derajat, lakukan perbaikan sejenis pada teks berikutnya



antar perlakuan dilanjutkan dengan Uji wilayah-jarak berganda Duncan. Analisis data menggunakan program SPSS Versi 24.

## HASIL

### Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi NH<sub>3</sub>, VFA, Protein Mikrobia Rumen dan Protein Total.

Formatted: Subscript

Terdapat pengaruh interaksi ( $P < 0,05$ ) antara perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi yang berbeda pada pelepah sawit terhadap produksi amonia (NH<sub>3</sub>) rumen. Hal ini menunjukkan bahwa kedua faktor perlakuan pada proses fermentasi pelepah sawit saling mempengaruhi dalam produksi amonia (NH<sub>3</sub>) rumen. Kombinasi perlakuan penambahan level isolat mikrobia 3% dan lama fermentasi 28 hari (P2H2), menghasilkan produksi NH<sub>3</sub> rumen terbesar ( $P < 0,05$ ) yaitu 8,34 mM, dibandingkan dengan ketiga kombinasi perlakuan fermentasi lainnya. -Perlakuan fermentasi dengan menggunakan level isolat mikrobia sebesar 1% (P1) menunjukkan, tidak adanya peningkatan produksi NH<sub>3</sub> rumen secara *in vitro*, seiring lamanya proses fermentasi yaitu dari 14 hari (H1) menjadi 28 hari (H2), masing-masing sebesar 6,48 mM dan 6,31 mM. Selengkapnya rerata hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi NH<sub>3</sub>, VFA, Protein Mikrobia Rumen dan Protein Total.

Perlakuan	Parameter			
	NH <sub>3</sub> ------(mM)-----	VFA	Protein Mikroba -----(mg/ml)----	Protein Total -----(mg/g)----
Level Isolat x Lama Fermentasi				
P1H1	6,48±0,11 <sup>b</sup>	114,25±11,17 <sup>ns</sup>	35,83±1,96 <sup>ns</sup>	35,83±1,96 <sup>ns</sup>
P1H2	6,31±0,25 <sup>b</sup>	94,75±12,07 <sup>ns</sup>	32,55±5,79 <sup>ns</sup>	32,55±5,79 <sup>ns</sup>
P2H1	6,51±0,25 <sup>b</sup>	126,5±15,83 <sup>ns</sup>	23,02±0,56 <sup>ns</sup>	39,60±8,86 <sup>ns</sup>

P2H2	8,34±0,48 <sup>a</sup>	126±17,43 <sup>ns</sup>	7,66±0,56 <sup>ns</sup>	39,96±3,85 <sup>ns</sup>
Level Isolat				
P1	6,40±0,19 <sup>b</sup>	104,5±14,98 <sup>b</sup>	16,96±0,19 <sup>a</sup>	34,19±4,37 <sup>ns</sup>
P2	7,42±1,05 <sup>a</sup>	126,25±15,22 <sup>a</sup>	15,34±1,05 <sup>b</sup>	39,78±6,32 <sup>ns</sup>
Lama Fermentasi				
H1	6,50±0,19 <sup>b</sup>	24,28 <sup>a</sup> ±0,18	24,28±0,18 <sup>a</sup>	37,72±6,27 <sup>ns</sup>
H2	7,32±1,05 <sup>a</sup>	8,02 <sup>b</sup> ±1,14	8,02±1,14 <sup>b</sup>	36,26±6,03 <sup>ns</sup>

<sup>a,b</sup> superskrip yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).  
<sup>ns</sup> (non signifikan): menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). P1: Level Isolat 1%; P2: Level Isolat 3%; H1: Lama Fermentasi 14 hari; H2: Lama Fermentasi 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi terhadap produksi VFA pelepah sawit fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi oleh bakteri selulolitik baik pada perlakuan level isolat 1% (P1) dan 3% (P2) dengan lama fermentasi 14 hari (H1) dan 28 hari (H2) belum mampu saling mempengaruhi produksi VFA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kombinasi perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau hingga 3% dan lama fermentasi hingga 28 hari tidak menunjukkan adanya pengaruh interaksi, namun faktor penambahan level isolat mikrobia dan lama fermentasi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap produksi protein mikrobia rumen.

Tidak ada pengaruh interaksi antara perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi pada pelepah sawit terhadap peningkatan produksi protein total. Penambahan berbagai level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan perbedaan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh terhadap produksi protein total.

**Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Kecernaan Bahan Kering Pelepah Sawit.**

Tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan perbedaan lama fermentasi terhadap KcBK pelepah sawit fermentasi. Level isolat hingga 3% dan lama fermentasi hingga 28 hari belum saling memberikan dampak pada KcBK. Data KcBK dan KcBO Pelepah sawit fermentasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi NH<sub>3</sub>, VFA, Protein Mikrobial Rumen dan Protein Total.

Perlakuan	Parameter	
	KcBK	KcBO
------(%)-----		
Level Isolat x Lama Fermentasi		
P1H1	40,13 $\pm$ 1,26	41,76 $\pm$ 0,11 <sup>ns</sup>
P1H2	41,58 $\pm$ 2,48	41,76 $\pm$ 1,19 <sup>ns</sup>
P2H1	37,68 $\pm$ 0,78	41,27 $\pm$ 0,17 <sup>ns</sup>
P2H2	41,22 $\pm$ 1,34	41,02 $\pm$ 1,19 <sup>ns</sup>
Level Isolat		
P1	40,86 $\pm$ 1,97 <sup>ns</sup>	41,76 $\pm$ 0,78 <sup>ns</sup>
P2	39,45 $\pm$ 2,14 <sup>ns</sup>	41,15 $\pm$ 0,79 <sup>ns</sup>
Lama Fermentasi		
H1	38,91 $\pm$ 1,63 <sup>b</sup>	41,52 $\pm$ 0,29 <sup>ns</sup>
H2	41,40 $\pm$ 1,85 <sup>a</sup>	41,33 $\pm$ 1,15 <sup>ns</sup>

<sup>a,b</sup> superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). <sup>ns</sup>(non signifikan): menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). P1: Level Isolat 1%; P2: Level Isolat 3%; H1: Lama Fermentasi 14 hari; H2: Lama Fermentasi 28 hari.

Berdasar Tabel 3. menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi. Peningkatan pemberian level isolat mikrobial sampai 3% dengan lama fermentasi 28 hari menunjukkan mikrobial belum mampu mendegradasi bahan-bahan organik secara sinergis, terutama selulosa dan hemiselulosa, sehingga kadar bahan organik yang dihasilkan belum

optimal meskipun durasi fermentasi semakin lama. Demikian pula perlakuan level isolat dan lama fermentasi secara terpisah masing-masing tidak terdapat pengaruh nyata terhadap pencernaan bahan organik.

## PEMBAHASAN

Rerata produksi NH<sub>3</sub> rumen berkisar 6,31 mM – 8,34 mM, sejalan yang dilaporkan [130] produksi NH<sub>3</sub> pelapah sawit yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* berkisar 5,79 - 6,33 mM dan [Mardalena \*et al.\* \[144\]](#), melaporkan konsentrasi NH<sub>3</sub> sebesar 7,10-7,11 mM. pada pelepah sawit yang difermentasi dengan prolina. [Yuan \*et al.\* \[152\]](#) menyatakan untuk pertumbuhan mikrobia rumen yang optimal dibutuhkan konsentrasi NH<sub>3</sub> sebesar 4-21 mM.

Perlakuan fermentasi dengan level isolat mikrobia 3% (P2) menunjukkan peningkatan (P<0,05) produksi NH<sub>3</sub> rumen, dengan semakin lama proses fermentasi yang dilakukan dari 14 hari (H1) menjadi 28 hari (H2). Hal ini dapat dilihat dari terjadinya peningkatan produksi NH<sub>3</sub> rumen menjadi 6,51 mM dan 8,34 mM. Produksi NH<sub>3</sub> yang meningkat dipengaruhi kandungan PK pada Tabel 1.

Kandungan PK yang tinggi dengan tingkat degradasi yang tinggi menyebabkan makin banyak protein

yang terdegradasi, sehingga konsentrasi NH<sub>3</sub> di dalam rumen menjadi tinggi [16]. Eke

Marhaeniyanto\* dan Sri Susanti. 2018. Fermentabilitas ruminal secara in vitro suplementasi tepung daun gamal, kelor, randu dan sengon dalam konsentrat hijau. Jurnal Ilmu Ilmu Peternakan 28 (3): 213 – 223. DOI: 10.21776/ub.iijp.2018.028.03.041

Tidak terdapat pengaruh interaksi pada rerata produksi VFA diduga, karena kadar serat kasar baik pada pemberian level isolat mikrobia dengan lama fermentasi juga tidak terjadi perbedaan secara nyata (Tabel 2). Laju pertumbuhan mikrobia tergantung pada ketersediaan nutrisi yaitu kerangka karbon dan NH<sub>3</sub>. Diduga dalam penelitian ini mikrobia rumen dalam memfermentasikan substrat

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Line spacing: Double

Formatted: Subscript

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

kekurangan nutrien, atau tidak tersedia secara bersamaan antara kerangka karbon dan NH<sub>3</sub>, sehingga produksi VFA tidak terjadi perbedaan. Serat kasar yang tinggi menghambat mikrobia dalam mendegradasi kandungan karbohidrat dari pelepah sawit fermentasi tersebut. Pelepah sawit merupakan sumber pakan berserat yang sebagian besar terdiri dari karbohidrat. Karbohidrat pakan di dalam rumen akan didegradasi mejadi glukosa [137,148,159], selanjutnya menghasilkan VFA dengan volume yang cukup tinggi.

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi VFA pada perlakuan lama fermentasi 28 hari (H2) berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan perlakuan lama fermentasi 14 hari (H1). Hal ini disebabkan semakin lama fermentasi memberikan waktu bagi substrat untuk berinteraksi lebih lama dengan enzim mikrobia sehingga meningkatkan produksi VFA. Lamanya substrat berinteraksi dengan mikrobia menunjukkan peningkatan aktivitas isolat mikrobia untuk melakukan pertumbuhan dan fermentasi, yang mengakibatkan meningkatnya konsentrasi VFA [5].

Rata-rata produksi VFA pada penelitian ini sebesar 94,75 mM – 126,5 mM, masih pada kisaran normal untuk sintesis protein mikrobia yang optimal. *Wajizah et al.* [4013] melaporkan konsentrasi VFA pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus niger* berkisar antara 75,25 sampai dengan 96,58 mM. *Harahap et al.* [4620], melaporkan konsentrasi VFA pelepah sawit yang diamoniasi dan fermentasi menghasilkan VFA sebesar 95,07 - 131,35 mM. *Wajizah et al.* [143], melaporkan konsentrasi VFA pelepah sawit fermentasi dengan prolinas berkisar yakni 67,97-90,70 mM.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Pelepah sawit yang difermentasi selama 28 hari (H2) terjadi penurunan produksi protein mikrobia rumen. Semakin banyak level mikrobia rumen kerbau yang ditambahkan, meningkatkan populasi mikrobia dalam substrat. Semakin lama fermentasi, menyebabkan berkurangnya pasokan nutrien dalam substrat yang dapat dimanfaatkan oleh mikrobia. Keadaan yang demikian mengakibatkan terjadinya persaingan antar mikrobia dalam memperebutkan nutrien dalam substrat yang ketersediaannya terbatas, hal ini mengakibatkan jumlah mikrobia yang mati meningkat.

Penurunan populasi mikrobia hidup yang melekat pada pelepah sawit akibat hal di atas, menyebabkan tidak optimalnya mikrobia tersebut dalam membantu mikrobia rumen untuk memanfaatkan nutrisi prekursor sintesis protein mikrobia di dalam rumen, seperti N, sulfur, asam lemak rantai panjang, Zn, dan energi. Laju pertumbuhan mikrobia maksimal dicapai jika konsentrasi semua nutrisi tersedia secara optimum dalam rumen [2247]. Kurang termanfaatkannya nutrisi prekursor sintesis protein mikrobia di dalam rumen, mengakibatkan menurunnya aktivitas mikrobia rumen dalam proses tersebut. Hal ini tercermin pada produksi NH<sub>3</sub> dan VFA yang tidak bersamaan. *Volatile fatty acids* (VFA) lebih lambat diproduksi dari pada NH<sub>3</sub>, karena kandungan karbohidrat struktural pada pelepah sawit fermentasi yang masih tinggi, akibat belum optimalnya perombakan ikatan kompleks (lignoselulosa dan lignohemiselulosa) pelepah sawit menjadi ikatan yang lebih sederhana pada saat proses fermentasi pelepah sawit, sehingga mikrobia rumen membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memfermentasikannya menjadi VFA, dan tidak dapat mengimbangi kecepatan produksi NH<sub>3</sub>. [2348] Peningkatan kualitas jerami padi terhadap pencernaan nutrisi dan produk fermentasi rumen kerbau, sintesis protein mikroba ini disebabkan tersedianya nutrisi yang cukup seperti NH<sub>3</sub> dan– karbohidrat yang mudah terfermentasi (*fermentable*).

Ketersediaan NH<sub>3</sub> harus diikuti oleh produksi VFA total secara bersamaan agar mikrobia rumen dapat memanfaatkan kedua prekursor tersebut secara efisien untuk berlangsungnya proses sintesis protein mikrobia. Amonia (NH<sub>3</sub>) berperan dalam penyediaan sumber N sedangkan VFA berperan sebagai kerangka karbon (VFA rantai cabang) dan penyedia sumber energi bagi mikrobia rumen pada proses tersebut, yaitu Adenosin-adenosin trifosfat (ATP) yang dihasilkan melalui proses pemecahan glukosa menjadi asam piruvat (glikolisis). Penurunan produksi protein mikrobia rumen pada penelitian ini, terutama pada pelepah sawit yang mendapat perlakuan fermentasi P2 (3% level isolat mikrobia) dan H2 (28 hari fermentasi) secara terpisah, masing-masing 15,34 dan 8,02 mg/ml. Sintesis protein mikroba (SPM) ransum yang mengandung serat sawit amoniasi pada berbagai taraf konsentrasi daun ubi kayu 0, 5, 10, 15, dan 20% menghasilkan protein mikroba masing-masing yakni 16,08, 18,50, 23,56, 30,64 dan 29,81 mg/ml [2046]. Perlakuan fermentasi dengan menambahkan level isolat

Formatted: Font: Not Italic

mikrobia rumen kerbau hingga 3% dan difermentasi hingga 28 hari, diduga mengandung sedikit asam amino rantai cabang akibat penurunan populasi mikrobia hidup yang melekat pada pelepah sawit. Kondisi yang ideal untuk proses sintesis protein mikrobia adalah konsentrasi VFA yang diproduksi sama cepat dengan produksi NH<sub>3</sub>, sehingga pada saat NH<sub>3</sub> terbentuk diikuti dengan ketersediaan produk fermentasi asal karbohidrat yang digunakan sebagai sumber energi dan kerangka karbon. Nitrogen yang dibutuhkan untuk sintesis mikroba rumen adalah dalam bentuk NH<sub>3</sub>, asam amino dan peptida. Energi untuk sintesis mikroba rumen adalah dalam bentuk *adenosine triphosphate* (ATP). Energi dalam bentuk asam lemak terbang (*volatile fatty acids/VFA*) merupakan sumber energi bagi ruminansia. Hanya VFA berantai cabang yang menyediakan kerangka karbon bagi sintesis protein mikroba rumen [2349].

Formatted: Font: Italic

Produksi protein total pada penelitian ini berkisar antara 32,55-39,96 mg/g dengan kadar protein kasar 1,86-2,61%, [Prasetywan et al. \[204\]](#), melaporkan kadar protein total tongkol jagung yang diamoniasi fermentasi (amofer) dengan perbedaan aras starter level inokulum komersial menghasilkan protein total berkisar antara 63,26-85,30 mg/g. Produksi protein total yang tinggi pada penelitian ini, diduga disebabkan oleh tingginya fermentabilitas pelepah sawit di dalam rumen menjadi amonia. Amonia yang dihasilkan, secara efisien digunakan sebagai sumber N untuk sintesis protein tubuh mikrobia, hal ini terutama terlihat pada kombinasi perlakuan fermentasi P1H1 dan P2H2. Konsentrasi amonia rumen yang rendah, diduga digunakan untuk proses perkembangbiakan mikrobia rumen sehingga proses fermentasi berjalan baik, atau adanya penurunan asupan N dan turunnya degradasi protein [245].

Formatted: Font: Italic

Commented [A28]: Aras atau level atau dosis?

Commented [A29]: Starter atau inokulum, gunakan kata secara konsisten

Commented [A30]: Cari pustaka mengenai pelepah sawit nya.. karena berbeda antar sampel nya..

Kecernaan bahan kering pada penelitian ini yakni berkisar 37,68%-41,58%. Rerata KcBK sejalan dengan hasil kajian [226], sebesar 30,99 – 46,39% pada pelepah sawit yang difermentasi dengan berbagai sumber mikroba. Lebih tinggi dari yang dilaporkan- [4013] pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus-Aspergillus niger* yang menghasilkan KcBK- sebesar 20,95 - 25,23%. [Harahap et al. \[2327\]](#) melaporkan bahwa pelepah kelapa sawit yang difermentasi

Formatted: Font: Italic

menggunakan *trichoderma-Trichoderma viride* dan *aspergillus-Aspergillus niger*, masing-masing menghasilkan KcBK 25,71%, dan 13,31 %. Hal ini diduga karena hasil NDF (Tabel 1) yang juga tidak terjadi interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata KcBK pada lama fermentasi 28 hari (H2) lebih tinggi daripada perlakuan lama fermentasi 14 hari (H1). Tingginya pencernaan bahan kering pada lama fermentasi 28 hari (H2) diduga terjadi perenggangan ikatan lignoselulosa yang lebih mudah didegradasi oleh mikrobia rumen. Lama waktu fermentasi memberikan kesempatan pada mikrobia rumen untuk mendegradasi pelepah sawit semakin tinggi sehingga KcBK meningkat. Lama waktu fermentasi memberikan kesempatan ~~isolat-isolat~~ mikrobia dalam melonggarkan ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa, sehingga KcBK menjadi meningkat. [24] Rendahnya kandungan serat kasar, selulosa dan hemiselulosa memudahkan bakteri untuk melakukan penetrasi ke dalam material pakan untuk proses pencernaan. ~~tingkat pencernaan memiliki kaitan erat dengan kandungan nutrisi pakan pencernaan BK juga relatif memiliki kesamaan dengan pencernaan BO~~ Perubahan struktur serat ~~tersebut~~ mengakibatkan penetrasi enzim yang dihasilkan mikrobia rumen menjadi lebih mudah, sehingga akan meningkatkan KcBK. Proses degradasi melibatkan 3 jenis enzim yang bekerja secara sinergis, yaitu endo-1,4- $\beta$ -glucanase dan ekso-1,4- $\beta$ -glucanase serta  $\beta$ -glucosidase. Enzim – enzim tersebut membantu dalam mendegradasi komponen serat, sesuai giliran dari bagian amorf berganti dengan daerah kristalin [248]. Penggunaan jamur dan enzim yang memiliki kemampuan memetabolisme lignoselulosa berpotensi meningkatkan nilai gizi melalui mekanisme delignifikasi yang selektif [295].

Kecernaan bahan organik pada penelitian ini berkisar 41,02%-41,76%, lebih tinggi dari kajian [130] KcBO pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus-Aspergillus niger* menghasilkan berkisar antara 17,21 - 21,88% dan kajian [237] pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *trichoderma-Trichoderma viride* dan *aspergillus-Aspergillus niger*, masing-masing menghasilkan KcBO 25,11%, dan 13,74 %. Wajizah, et al. [134], melaporkan KcBK dan

**Commented [A31]:** Penempatan referensi perlu memperhatikan pola kalimat.

**Formatted:** Font color: Text 1

**Formatted:** Font: Italic



KcBO pelepah sawit yang difermentasi dengan prolina berkisar 28,11-34,04% dan 28,63-31,64%.

[2630] menyatakan bahan pakan yang baik memiliki nilai lebih dari 60%. Kecernaan bahan organik akan tinggi jika kadar protein kasar bahan pakan tinggi dan akan rendah jika kandungan serat, baik NDF, ADF maupun hemiselulosa dalam bahan pakan tinggi [31277]

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa, tidak terdapat pengaruh interaksi antara level isolat mikrobia (1 dan 3%) dengan lama waktu fermentasi (14 dan 28 hari) terhadap nilai KcBK, KcBO, produksi VFA dan produksi protein total. Lama fermentasi 14 dan 28 hari dapat mempengaruhi KcBK dan produksi VFA pelepah sawit sedangkan kecernaan bahan organik tidak meningkat. Terdapat pengaruh interaksi perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi yang berbeda terhadap produksi amonia ( $\text{NH}_3$ ) rumen. Kombinasi perlakuan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi pelepah sawit secara terpisah mempengaruhi produksi protein mikrobia rumen. Pengolahan pelepah sawit melalui proses fermentasi dengan menggunakan isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau mampu meningkatkan nilai nutrisi pelepah sawit, fermentabilitas baik produksi  $\text{NH}_3$ , VFA maupun produksi protein mikroba serta meningkatkan kecernaan bahan pakan kering.

Formatted: Subscript

## KONFLIK KEPENTINGAN

Kami menyatakan bahwa dalam penulisan artikel ini tidak terdapat konflik kepentingan yang berhubungan dengan keuangan, pribadi, atau lainnya dengan orang atau organisasi lain yang terkait dengan materi yang dibahas dalam naskah.

## DAFTAR PUSTAKA

55. Mathius, W. I. 2008. Pengembangan sapi potong berbasis industri kelapa sawit. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor. Pengembangan Inovasi pertanian I (2): 206-224.
56. Rahman, M. M., M. Lourenco, H.A. Hassim, J.J.P. Boars, A.S.M. Sonnenberg, J.W. Cone J.W, J. De Boever, and V. Fievez. 2011. Improving ruminal degradability of oil palm fronds using white rot fungi. J. Anim. Feed. Sci. and Tech. 169 (4):157-166. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2011.06.014
57. Wanapat, M., R. Pilajun and P. Kongmun. 2009. Ruminal ecology of swamp buffalo as influenced by dietary sources. J. Anim. Feed Sci. and Techn. 151: 205-214. Doi : 10.1016/j.anifeedsci.2009.01.017.
58. Hanafi N.D., M.Tafsin, dan D.R.Purba. 2018. Isolasi dan karakteristik bakteri lignoselulolitik rumen kerbau sebagai pendegradasi komponen serat. TALENTA Conference Series: Science & Technology (ST) Volume 1 Issue 2 : 101-108. **<https://doi.org/10.32734/st.v1i2.287>**
59. Muhtarudin dan Liman. 2006. Penentuan tingkat penggunaan mineral organik untuk memperbaiki bioproses rumen pada kambing secara *in vitro*. Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia 8 (2):132-140. DOI: <https://doi.org/10.31186/jipi.8.2.132-140>
60. Pamungkas, D., Utomo, R., Ngadiyono, N. dan Winugroho, M., 2010. Supplementing energy and protein source at different rate of degradability to mixture of corn waste and coffee pod as basal diet on rumen fermentation kinetic of beef cattle. J. Anim. and Vet. Sci. 15 (1): 22- 30. <https://dx.doi.org/10.14334/jitv.v15i1.674>
61. Ani, A.S., Pujaningsih, R.I. dan Widiyanto. 2015. Perlindungan protein menggunakan tannin dan saponin terhadap daya fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba. J. Veteriner. 16(3): 439-447. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jvet/article/view/16260>.
62. Bachrudin, Z., A.S.M. Sofro and B.I.M. Tampobolon. 1998. The characterization of cellulase produced by buffalo rumen microbe: determination of michaleis constantas (Km and maximum velocity (Vm)). Indonesian Journal of Biotechnology 6: 185-188.
63. AOAC. 2005. Official methods of analysis of the association of analytical chemist. 18th Ed. Assoc of Offi. Anal. Chem. Arlington.
64. AOAC: 2019. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists:

Formatted: Indonesian

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt, Highlight

Formatted: Highlight

Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 21st Edition. AOAC, Washington D.C. (USA).

61-65. Van Soest, P. J. (1994). Nutritional Ecology of the Ruminant. O and B Books Inc Convallis. Ovegion United State of America,

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: 13 pt

62-66. Tilley, J.M.A. dan R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grslid. Soc. 18: 104 – 111. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x

63-67. Departement of Dairy Science. 1996. General Laboratory Procedures. University of Winconsin, Madison.

64-68. Wajizah, S., Samadi, Y. Usman, dan E. Mariana. 2015. Evaluasi nilai nutrisi dan kecernaan in vitro pelepah kelapa sawit (oil palm fronds) yang difermentasi menggunakan aspergillus niger dengan penambahan sumber karbohidrat yang berbeda. J. Agripet. 15 (1): 13-19.

65-69. Mardalena, S. Syarif dan Akmal. 2016. Efek pemberian pelepah sawit yang difermentasi dengan prolinas terhadap karakteristik rumen sapi perah PFH. J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan. 19 (2):55-62. DOI: https://doi.org/10.22437/jiip.v19i2.3846

70. Yuan, Z. Q., S. X. Tang, B. Zeng, M. Wang, Z. L. Tan, Z. H. Sun, C. S. Zhou, X F Han, and M. A. Bamikole. 2010. Effects of dietary supplementation with alkyl polyglycoside, a nonionic surfactant, on nutrient digestion and ruminal fermentation in goats. J. Anim. Sci. 88: 3984-3991. doi: 10.2527/jas.2009-2397.

Formatted: Indonesian

71. [Eko Marhaeniyanto\* dan Sri Susanti. 2018. Fermentabilitas ruminal secara in vitro suplementasi tepung daun gamal, kelor, randu dan sengan dalam konsentrat hijau. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan 28 (3): 213 – 223. DOI: 10.21776/ub.jiip.2018.028.03.04]

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt, Not Highlight

Formatted: Space After: 10 pt, Line spacing: 1,5 lines, Numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0,63 cm + Indent at: 1,27 cm

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt, Not Highlight

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt, Not Highlight

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

1.—

66-72. Adriani dan Mushawir. 2009. Kadar glukosa darah, laktosa dan produksi susu sapi perah pada berbagai tingkat suplementasi mineral makro. J. Ind. Trop. Animal Agri. 34 (2):88-96.

Formatted: Space After: 10 pt, Don't add space between paragraphs of the same style, Numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0,63 cm + Indent at: 1,27 cm

67-73. Hindratiningrum, N., M. Bata dan S. A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan

beberapa bahan pakan sumber energi. *J. Agripet*, 11 (2): 29-34. DOI: <https://doi.org/10.17969/agripet.v11i2.371>

~~68~~74. Araujo, A.P.C., Venturelli, B.C., Santos, M.C.B., Gardinal, R., Consolo, N.R.B., Calomeni, G.D., Freitas, J.E., Barletta, R.V., Gandra, J.R., Paiva, P.G., and Renno, F.P. 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. *Anim. Feed. Sci. and Tech.*, 206 : 114-118. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2015.05.016

~~69~~75. Harahap N. , E. Mirwandhono, dan N. D. Hanafi. 2017. Uji Kecernaan Bahan Kering, Bahan Organik, Kadar Nh3 Dan Vfa Pada Pelepah Daun Sawit Terolah Pada Sapi Secara In Vitro. *Jurnal Peternakan*. Vol 1 (1) : 13-21

~~70~~76. Rodríguez R., A. Sosa and Y. Rodríguez. 2007. Microbial protein synthesis in rumen and its importance to ruminants. *Cuban Journal of Agricultural Science* 41 (4) : 287-294. <https://www.researchgate.net/publication/276901672>

~~71~~77. Syapura, M. Bata dan W. S. Pratama. 2013. Peningkatan kualitas jerami padi dan pengaruhnya terhadap pencernaan nutrisi dan produk fermentasi rumen kerbau dengan feces sebagai sumber inoculum. *J. Agripet*: (13) 2: 59-67. DOI: <https://doi.org/10.17969/agripet.v13i2.822>

~~72~~78. Anggraeny, Y. N., H. Soetanto, Kusmartono dan Hartutik. 2015. Sinkronisasi suplai protein dan energi dalam rumen untuk meningkatkan efisiensi pakan berkualitas rendah. *Wartazoa*. 25 (3): 107-116. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v25i3.1155>

~~73~~79. Prastyawan, R.M., B.I.M. Tampoebolon dan Surono. 2012. Peningkatan kualitas tongkol jagung melalui teknologi amoniasi fermentasi (amofer) terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik serta protein total secara in vitro. *J. Anim. Agric.* 1(1): 611–621. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/aaj/article/view/783>

~~74~~80. Ramos, S., M. L. Tejido, M.E. M. J. Ranill and M.D. Carro. 2009. Microbial protein synthesis, ruminal digestion, microbial populations, and nitrogen balance in sheep fed diets varying in forage-to-concentrate ratio and type of forage. *J. Anim. Sci.* 87:2924-2934. doi: 10.2527/jas.2009-1938.

~~75-81.~~ Astuti, T. dan G. Yelni. 2015. Evaluasi kecernaan nutrient pelepah sawit yang difermentasi dengan berbagai sumber mikroorganisme sebagai bahan pakan ternak ruminansia. J. Sain Peternakan Indonesia. 10 (2): 101-106. DOI: <https://doi.org/10.31186/jspi.id.10.2.101-106>

~~76-82.~~ Harahap, N., E. Mirwandhono dan N. D. Hanafi. 2017. Uji kecernaan bahan kering, bahan organik, kadar NH<sub>3</sub> dan VFA pada pelepah daun sawit terolah pada sapi secara in vitro. J. Peternakan. 1 (1):13-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.31604/jac.v1i1.209>

~~77-83.~~ Aminah S, L. K. Nuswantara, B. I. M. Tampoebolon, dan Sunarso Agosin, E., M. T. Tollier, E. Heckmann, J. M. Brillouet, P. Thivend, B. Monties, and E. Odier. 1987. Peningkatan Kualitas Sabut Kelapa Melalui Teknologi Fermentasi Menggunakan Mikroba Pencerna Serat Terseleksi dari Cairan Rumen Kerbau. *Effect of Fungal Treatment of Lignocellulosics on Biodegradability. Dalam : Degradation of Lignocellulosics in Ruminants and Industrial Processes. Commission of the European Communities. Elsevier Applied science Publishers. Ltd. pp : 35-45.*

~~83.~~ Sains Peternakan Vol. 18 (1), Maret 2020: 44-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/sainspet.v%vi%i.35976>.

~~78-84.~~ Yanuartono, H. Purnamaningsih, S. Indarjulianto dan A. Nururroz. 2017. Potensi jerami sebagai pakan ternak ruminansia. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan. 27 (1): 40 – 62. DOI : 10.21776/ub.jiip.2017.027.01.05

~~79-85.~~ Fathul, F. dan S. Wajizah. 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara in vitro. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner. 15 (1): 9-15. <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/22029>

~~80-86.~~ Jayanegara, A., A. Sofyan, H.P.S. Makkar dan K. Becker. 2009. Kinetika produksi gas, kecernaan bahan organik dan produksi gas metana in vitro pada hay jerami yang disuplementasi hijauan mengandung tanin. Media Peternakan. 32 (2): 120-129. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1147>

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

Commented [A32]: CEK

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

REVISI 2

Original Article

**Kecernaan, Fermentabilitas Dan Produksi Protein Ruminal Pelepah Sawit Yang Difermentasi  
Dengan Isolat Mikrobia Rumen Kerbau Secara in Vitro**

**Digestibility, Fermentability and Protein Production of Palm Frond Ruminal Protein Fermented  
with Buffalo Rumen Microbial Isolate *In Vitro***

**Formatted:** Font color: Red

## Abstrak

**Tujuan:** Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh level isolat mikrobia dan lama fermentasi terhadap fermentabilitas berupa produksi  $\text{NH}_3$ , volatile fatty acids (VFA) dan produksi protein mikrobia, kecernaan bahan kering (KcBK) dan kecernaan bahan organik (KcBO) secara *in vitro*.

Formatted: Subscript

**Metode:** Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian dilakukan secara *in vitro*, menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan 2 faktor perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah level isolat mikrobia (1 dan 3%) dan level lama fermentasi (14 dan 28 hari).

Variabel yang diamati meliputi produksi  $\text{NH}_3$ , VFA, protein mikrobia dan protein total serta kecernaan nutrien yang meliputi KcBK dan KcBO. Data hasil penelitian dianalisis ragam dan jika terdapat pengaruh nyata perlakuan dilanjutkan Duncan's Multiple Range Test.

Formatted: Subscript

**Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara faktor level isolat mikrobia dan lama fermentasi terhadap produksi amonia rumen. Namun demikian tidak ada pengaruh interaksi antara ~~factor-faktor~~ level isolate dan lama fermentasi pada produksi volatile fatty acids, produksi protein mikrobia, produksi protein total, kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan ~~organicorganik~~. Perlakuan level isolat mikrobia dan lama fermentasi secara terpisah berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap produksi protein mikrobia rumen. Produksi VFA dan kecernaan bahan kering nyata ( $P < 0,05$ ) dipengaruhi oleh lama fermentasi, sedangkan perlakuan level isolat dan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap produksi protein total dan kecernaan bahan organik.

**Kesimpulan:** Pengolahan pelepah sawit melalui proses fermentasi dengan menggunakan isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau mampu meningkatkan nilai nutrien pelepah sawit.

**Kata Kunci:** pelepah sawit, fermentasi, *volatile fatty acids*, kecernaan dan *in vitro*

## Abstract

**Objective:** The study aimed investigated ~~the~~ effect of microbial isolate levels and fermentation time on fermentability regarding ~~ammonia~~ (NH<sub>3</sub>) (~~ammonia~~) production, volatile fatty acids (VFA) and microbial protein production, dry matter digestibility and organic matter digestibility in vitro.

Formatted: Subscript

**Methods:** The experiment was conducted at the Laboratory of Nutrition and Feed Science, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Universitas Diponegoro. In vitro experiment was performed using a completely randomized design with a factorial pattern with 2 factors and 4 replications. The treatments were microbial isolate levels (1 and 3%) and fermentation time (14 and 28 days). The parameters observed included production of NH<sub>3</sub>, VFA, microbial protein and total protein as well as the digestibility of dry matter and organic matter. The data were analyzed based on analysis of variance and if there was a significant effect the data were further analyzed with Duncan's Multiple Range Test.

Formatted: Subscript

**Results:** The amount of microbial isolate and fermentation time affected rumen ammonia production. On rumen microbial protein content, the amounts of microbial isolate and fermentation time had substantial impact (P<0.05). The isolate level and fermentation time, however, had no interaction effect on VFA production, dry matter digestibility, or organic matter digestibility. The fermentation time influenced (P<0.05) the production of VFA and the digestibility of dry matter, but the isolate level and fermentation time had no effect on total protein production or organic matter digestibility.

**Conclusions:** Processing of palm fronds through fermentation using buffalo rumen cellulolytic microbial isolates increased nutrient values of palm fronds.

**Keywords:** palm fronds, fermentation, *volatil fatty acids*, digestibility, *in vitro*



## PENDAHULUAN

Pakan merupakan faktor penentu keberhasilan suatu usaha peternakan, oleh sebab itu penyediaan pakan yang berkualitas dan kontinyu sepanjang tahun harus dilakukan untuk meningkatkan produktivitas ternak. Oleh karena itu, perlu dicari sumber bahan pakan alternatif yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak. ~~Oleh sebab itu, perlu dicari sumber.~~ Pelepah sawit merupakan salah satu hasil samping perkebunan kelapa sawit yang potensial digunakan sebagai pakan ternak dan belum dimanfaatkan secara optimal. Jumlah yang melimpah dengan kandungan nutrisi yang ada dalam pelepah sawit, dapat dijadikan sebagai bahan pakan berserat bagi ruminansia.

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia seluas 12,76 juta ha pada tahun 2018 dengan produksi bahan kering mencapai 36.594.813 ton/tahun. Jumlah pelepah sawit yang dihasilkan cukup banyak dan sangat potensial digunakan sebagai sumber serat atau pengganti pakan hijauan. Komposisi nutrisi pelepah sawit adalah 26,07% bahan kering, 3,07% protein kasar, 50,94% serat kasar, 1,07% lemak kasar, 39,82% bahan ekstrak tanpa nitrogen, 5,10% abu, 0,96% Ca, 0,08% P dan energi bruto 4,841 kkal/kg [1].

Pelepah sawit tidak dapat diberikan sebagai pakan ternak secara tunggal, karena terdapat beberapa kelemahan diantaranya adalah kandungan serat yang tinggi dan berikatan dengan lignin serta kadar protein kasar yang rendah. Kadar lignin pada pelepah sawit dilaporkan sebesar 25,35% [2]. Kadar lignin pelepah sawit yang tinggi mencapai lebih dari 20% dari biomassa kering ~~lignin pelepah sawit yang cukup tinggi (20% dari bahan kering)~~, menyebabkan rendahnya pencernaan pelepah sawit dan menjadi faktor pembatas pemanfaatan pelepah sawit sebagai pakan [2].

Peningkatan nilai cerna dari komponen serat dapat dilakukan melalui fermentasi dengan memanfaatkan kerja bakteri lignoselulolitik dari rumen kerbau. Hal ini didasarkan bahwa

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

karakteristik bakteri pencerna serat dari rumen kerbau yang lebih efisien dalam melakukan degradasi komponen serat, sehingga kecernaan pakan pada kerbau lebih baik dibandingkan pada sapi. Hal ini diduga karena populasi mikroba selulolitik pada rumen kerbau lebih tinggi [3]. Isolasi bakteri lignoselulolitik dari cairan rumen kerbau perlu dilakukan untuk memperoleh isolate tersebut [4].

Penilaian-Evaluasi secara biologis suatu bahan pakan pada ruminansia dapat dilakukan dengan pengukuran fermentabilitas dan kecernaannya dalam rumen secara *in vitro* merupakan salah satu indikator utama penentu kualitas suatu ransum. Tingkat fermentabilitas bahan pakan dalam rumen oleh mikroba rumen dapat diketahui melalui produksi amonia (NH<sub>3</sub>), VFA, protein mikroba dan protein total secara *in vitro*. Amonia adalah hasil dari degradasi protein dalam rumen yang mencerminkan aktivitas dan populasi mikroba rumen [5]. VFA merupakan hasil degradasi karbohidrat didalam rumen oleh mikroba yang selanjutnya merupakan indikator ketersediaan energi untuk sintesis protein mikroba. Pamungkas et al., [6] menyatakan bahwa sumber protein yang dapat dimanfaatkan oleh ternak berasal dari protein mikroba dengan protein pakan yang lolos degradasi dalam rumen. [7] menyatakan bahwa p<sub>1</sub>rotein pakan yang lolos dari degradasi mikroba rumen yang tercampur dengan protein mikroba disebut juga dengan protein total. Sintesis protein mikroba membutuhkan NH<sub>3</sub> sebagai sumber N dan asam α-keto sebagai kerangka karbon [7]. Peningkatan protein total dapat terjadi jika protein hasil fermentasi mudah didegradasi oleh mikroba rumen untuk disintesis menjadi protein mikroba, hal ini harus didukung dengan ketersediaan VFA, dan nutrisi lainnya yang optimal dalam rumen [7]. Berdasarkan hal tersebut diduga kombinasi perlakuan level isolat mikroba dari cairan rumen kerbau dan lama pemeraman dapat meningkatkan fermentabilitas dalam rumen serta akan meningkatkan nilai kecernaan nutrisi bahan pakan.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Subscript

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – September 2019, di ~~Laboratorium~~ Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian dilaksanakan melalui 3 tahap. **Tahap Pertama**, pembuatan inokulum isolat mikrobia dari cairan rumen kerbau. Cairan rumen kerbau yang baru diambil dari RPH diinkubasi pada suhu 39°C selama 16 jam dengan menambahkan 1% avicel dan 2% glukosa. Isolasi dilakukan dengan menggunakan 50 ml medium selektif cair dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer yang telah berisi substrat, kemudian menambahkan 2% cairan rumen kerbau yang telah diinkubasi dengan dialiri gas CO<sub>2</sub>. Tabung erlenmeyer ditutup rapat dan diinkubasi pada suhu 39°C selama 6 hari [8]. Bachrudin et al., 1998. Kultur hasil biakan disimpan di lemari pendingin selama dua minggu, kemudian direinokulasi pada medium cair selama 16 jam untuk digunakan sebagai inokulum pada proses fermentasi. **Tahap kedua** adalah fermentasi pelepah sawit. Proses fermentasi pelepah sawit dilakukan dengan menambahkan 0,5% urea sebagai sumber N dan menggunakan berbagai level mikrobia cairan rumen kerbau per berat kering pelepah sawit. Level mikrobia yang digunakan adalah 1% (P1) dan 3% (P2) pada kadar air 70% dan lama pemeraman 14 hari (H1) dan 28 hari (H2). Kandungan nutrisi pelepah sawit fermentasi diukur komponen proksimatnya dan serat (NDF dan ADF) berdasarkan metode Association of Official Analytical Chemist (AOAC) [9(2005)]. Analisis pencernaan ADF, NDF dan hemiselulosa menggunakan metode Association of Official Analytical Chemist (AOAC) [9] prosedur Van Soest [10]. Kandungan nutrisi pelepah sawit fermentasi selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Formatted: Font: Bold

Formatted: Subscript

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Strikethrough, Highlight

Formatted: Strikethrough

Formatted: Highlight

Tabel 1. Kandungan Nutrien Pelepah Sawit Fermentasi dengan Level Isolat dan Lama Peram yan Berbeda

Parameter	Kombinasi Perlakuan			
	P1H1	P2H1	P1H2	P2H2
	----- (%) -----			
Air	25,01	24,72	24,82	24,91
Abu	3,76	3,49	3,78	3,80

Protein Kasar	1,86	2,07	2,34	2,61
Lemak Kasar	3,98	4,61	4,47	4,85
Serat Kasar	43,32	44,16	44,87	44,89
BETN	47,45	45,72	44,85	43,88
NDF	88,12	87,82	86,61	86,78
ADF	72,85	70,10	73,27	72,28
Lignin	42,09	34,90	42,41	46,17
Selulosa	31,10	39,50	26,56	34,77
Hemiselulosa	14,10	15,00	13,73	14,23

Keterangan: BETN : .....Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen, NDF: .....neutral detergent fiber, ADF : .....acid detergent fiber

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Bold

**Penelitian tahap ketiga** yaitu analisis fermentabilitas yang meliputi produksi NH<sub>3</sub>, VFA, protein

mikrobia dan produksi protein total dan analisis pencernaan nutrisi yang meliputi KcBK dan KcBO

secara *in vitro* menggunakan metode [8101]. Pengukuran produksi VFA dan NH<sub>3</sub> menggunakan

Formatted: Subscript

sampel pada inkubasi selama 3 jam. Produksi VFA dan NH<sub>3</sub> diukur dengan metode destilasi uap dan

NH<sub>3</sub> diukur dengan metode mikro difusi Conway [9121].

Analisis produksi protein total menggunakan metode Kjeldahl [9], digunakan endapan yang didapat

Formatted: Font color: Text 1

dari suspensi pelepah sawit fermentasi yang diinkubasi dan dalam cairan rumen domba. Suspensi

diendapkan dengan menggunakan larutan campuran *Trichloroacetic acid* (TCA) 20% dan

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt, Italic, Font color: Text 1

*sulfosalicylic acid* (SSA) 2% melalui proses sentrifuge dengan kecepatan 12.000 rpm selama 20

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt, Italic, Font color: Text 1

menit.

Formatted: Font color: Text 1

Pengukuran produksi protein mikrobia rumen *in vitro* menggunakan sampel dengan lama inkubasi

48 jam, yang disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit untuk memisahkan antara

supernatan dan endapannya, dengan asumsi bahwa mikrobia belum sempurna mengendap dengan

pelepah sawit fermentasi. Supernatan hasil sentrifuge digunakan untuk mengukur produksi protein

mikrobia rumen dengan metode *Lowry*, dan diukur absorbansinya pada spektrofotometer dengan standar *Bovine serum albumin* (BSA).

Penentuan nilai pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik menggunakan metode [8], menggunakan sampel pelepah sawit sebanyak 0,55 – 0,56 gram yang dimasukkan dalam tabung fermentor, kemudian ditambah dengan larutan saliva buatan (larutan McDougall) sebanyak 40 ml dan cairan rumen domba 10 ml. Kemudian diinkubasi kedalam *waterbath* bersuhu 39°C dengan durasi 48 jam. Pengojokan selama 6 jam sekali untuk meningkatkan kontak enzim dan substratnya. Setelah 48 jam diangkat kemudian didinginkan. Untuk memisahkan supernatan dan endapan tabung disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Pencernaan secara enzimatik dilakukan dengan cara menambahkan endapan dengan larutan pepsin HCl sebanyak 50 ml. Kemudian diinkubasi dalam suasana anaerob selama 48 jam, selama inkubasi juga dilakukan pengojokan selama 6 jam sekali. Residu diambil dengan menyaring melalui kertas saring Whatman no 41. Sebagai kontrol digunakan cairan rumen tanpa pelepah sawit perlakuan. Residu dioven pada suhu 105°C selama 12 jam, kemudian residu dimasukkan dalam eksikator selama 15 menit dan dilakukan penimbangan, pencernaan bahan kering dapat diketahui dengan rumus:

$$\text{KcBK (\%)} = \frac{\text{BK awal} - (\text{BK residu} - \text{BK blanko})}{\text{BK awal}} \times 100$$

Keterangan, BK = Bahan Kering, KcBK = Kecernaan Bahan Kering

Penentuan KcBO dilakukan dengan memasukkan residu kedalam tanur pada suhu 600°C selama 6 jam, kemudian dihitung bobot bahan organiknya. Kecernaan bahan organik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{KcBO (\%)} = \frac{\text{BO awal} - (\text{BO residu} - \text{BO blanko})}{\text{BO awal}} \times 100$$

Keterangan, BO = Bahan Organik, KcBO = Kecernaan Bahan Organik

#### Analisis Data

**Commented [A33]:** Gunakan symbol derajat, bukan superskrip angka nol

**Commented [A34]:** Gunakan symbol derajat, lakukan perbaikan sejenis pada teks berikutnya

Data Fermentabilitas dan pencernaan nutrisi dianalisis menggunakan analisis ragam, jika hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) antar perlakuan, maka untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan Uji wilayah-jarak berganda Duncan. Analisis data menggunakan program SPSS Versi 24.

## HASIL

### Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi $\text{NH}_3$ , VFA, Protein Mikrobia Rumen dan Protein Total.

Formatted: Subscript

Terdapat pengaruh interaksi ( $P < 0,05$ ) antara perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi yang berbeda pada pelepah sawit terhadap produksi amonia ( $\text{NH}_3$ ) rumen. Hal ini menunjukkan bahwa kedua faktor perlakuan pada proses fermentasi pelepah sawit saling mempengaruhi dalam produksi amonia ( $\text{NH}_3$ ) rumen. Kombinasi perlakuan penambahan level isolat mikrobia 3% dan lama fermentasi 28 hari (P2H2), menghasilkan produksi  $\text{NH}_3$  rumen terbesar ( $P < 0,05$ ) yaitu 8,34 mM, dibandingkan dengan ketiga kombinasi perlakuan fermentasi lainnya. Perlakuan fermentasi dengan menggunakan level isolat mikrobia sebesar 1% (P1) menunjukkan, tidak adanya peningkatan produksi  $\text{NH}_3$  rumen secara *in vitro*, seiring lamanya proses fermentasi yaitu dari 14 hari (H1) menjadi 28 hari (H2), masing-masing sebesar 6,48 mM dan 6,31 mM. Selengkapnya rerata hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi  $\text{NH}_3$ , VFA, Protein Mikrobia Rumen dan Protein Total.

Perlakuan	Parameter			
	NH3 ------(mM)-----	VFA	Protein Mikroba -----(mg/ml)----	Protein Total -----(mg/g)----
Level Isolat x Lama Fermentasi				
P1H1	6,48±0,11 <sup>D</sup>	114,25±11,17 <sup>ns</sup>	35,83±1,96 <sup>ns</sup>	35,83±1,96 <sup>ns</sup>

P1H2	6,31±0,25 <sup>b</sup>	94,75±12,07 <sup>ns</sup>	32,55±5,79 <sup>ns</sup>	32,55±5,79 <sup>ns</sup>
P2H1	6,51±0,25 <sup>b</sup>	126,5±15,83 <sup>ns</sup>	23,02±0,56 <sup>ns</sup>	39,60±8,86 <sup>ns</sup>
P2H2	8,34±0,48 <sup>a</sup>	126±17,43 <sup>ns</sup>	7,66±0,56 <sup>ns</sup>	39,96±3,85 <sup>ns</sup>
Level Isolat				
P1	6,40±0,19 <sup>b</sup>	104,5±14,98 <sup>b</sup>	16,96±0,19 <sup>a</sup>	34,19±4,37 <sup>ns</sup>
P2	7,42±1,05 <sup>a</sup>	126,25±15,22 <sup>a</sup>	15,34±1,05 <sup>b</sup>	39,78±6,32 <sup>ns</sup>
Lama Fermentasi				
H1	6,50±0,19 <sup>b</sup>	24,28 <sup>a</sup> ±0,18	24,28±0,18 <sup>a</sup>	37,72±6,27 <sup>ns</sup>
H2	7,32±1,05 <sup>a</sup>	8,02 <sup>b</sup> ±1,14	8,02±1,14 <sup>b</sup>	36,26±6,03 <sup>ns</sup>

<sup>a,b</sup> superskrip yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).

<sup>ns</sup>(non signifikan): menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). P1: Level Isolat 1%; P2: Level Isolat 3%; H1: Lama Fermentasi 14 hari; H2: Lama Fermentasi 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi terhadap produksi VFA pelepah sawit fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi oleh bakteri selulolitik baik pada perlakuan level isolat 1% (P1) dan 3% (P2) dengan lama fermentasi 14 hari (H1) dan 28 hari (H2) belum mampu saling mempengaruhi produksi VFA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kombinasi perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau hingga 3% dan lama fermentasi hingga 28 hari tidak menunjukkan adanya pengaruh interaksi, namun faktor penambahan level isolat mikrobia dan lama fermentasi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap produksi protein mikrobia rumen.

Tidak ada pengaruh interaksi antara perlakuan penambahan level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi pada pelepah sawit terhadap peningkatan produksi protein total. Penambahan berbagai level isolat mikrobia selulolitik rumen kerbau dan perbedaan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh terhadap produksi protein total.

**Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Kecernaan Bahan Kering Pelepah Sawit.**

Tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan perbedaan lama fermentasi terhadap KcBK pelepah sawit fermentasi. Level isolat hingga 3% dan lama fermentasi hingga 28 hari belum saling memberikan dampak pada KcBK. Data KcBK dan KcBO Pelepah sawit fermentasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Level Isolat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi NH<sub>3</sub>, VFA, Protein Mikrobial Rumen dan Protein Total.

Perlakuan	Parameter	
	KcBK	KcBO
	------(%)-----	
Level Isolat x Lama Fermentasi		
P1H1	40,13±1,26	41,76±0,11 <sup>ns</sup>
P1H2	41,58±2,48	41,76±1,19 <sup>ns</sup>
P2H1	37,68±0,78	41,27±0,17 <sup>ns</sup>
P2H2	41,22±1,34	41,02±1,19 <sup>ns</sup>
Level Isolat		
P1	40,86±1,97 <sup>ns</sup>	41,76±0,78 <sup>ns</sup>
P2	39,45±2,14 <sup>ns</sup>	41,15±0,79 <sup>ns</sup>
Lama Fermentasi		
H1	38,91±1,63 <sup>b</sup>	41,52±0,29 <sup>ns</sup>
H2	41,40±1,85 <sup>a</sup>	41,33±1,15 <sup>ns</sup>

<sup>a,b</sup> superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05). <sup>ns</sup>(non signifikan): menunjukkan tidak berbeda nyata(P>0,05). P1: Level Isolat 1%; P2: Level Isolat 3%; H1: Lama Fermentasi 14 hari; H2: Lama Fermentasi 28 hari.

Berdasar Tabel 3. menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi. Peningkatan pemberian level isolat mikrobial sampai 3% dengan lama



fermentasi 28 hari menunjukkan mikrobial belum mampu mendegradasi bahan-bahan organik secara sinergis, terutama selulosa dan hemiselulosa, sehingga kadar bahan organik yang dihasilkan belum optimal meskipun durasi fermentasi semakin lama. Demikian pula perlakuan level isolat dan lama fermentasi secara terpisah masing-masing tidak terdapat pengaruh nyata terhadap pencernaan bahan organik.

## PEMBAHASAN

Rerata produksi NH<sub>3</sub> rumen berkisar 6,31 mM – 8,34 mM, sejalan yang dilaporkan [1239] produksi NH<sub>3</sub> pelapah sawit yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* berkisar 5,79 - 6,33 mM dan [Mardalena et al. \[1344\]](#), melaporkan konsentrasi NH<sub>3</sub> sebesar 7,10-7,11 mM. pada pelepah sawit yang difermentasi dengan prolinas. [Yuan et al. \[1452\]](#) menyatakan untuk pertumbuhan mikrobial rumen yang optimal dibutuhkan konsentrasi NH<sub>3</sub> sebesar 4-21 mM.

Perlakuan fermentasi dengan level isolat mikrobial 3% (P2) menunjukkan peningkatan (P<0,05) produksi NH<sub>3</sub> rumen, dengan semakin lama proses fermentasi yang dilakukan dari 14 hari (H1) menjadi 28 hari (H2). Hal ini dapat dilihat dari terjadinya peningkatan produksi NH<sub>3</sub> rumen menjadi 6,51 mM dan 8,34 mM. Produksi NH<sub>3</sub> yang meningkat dipengaruhi kandungan PK pada Tabel 1.

Kandungan PK yang tinggi yang tinggi dengan tingkat degradasi yang tinggi menyebabkan makin banyak protein yang terdegradasi, sehingga konsentrasi NH<sub>3</sub> di dalam rumen menjadi tinggi [165].

[Eko Marhaenyanto\* dan Sri Susanti. 2018. Fermentabilitas ruminal secara in vitro suplementasi tepung daun gamal, kelor, randu dan sengo dalam konsentrat hijau. Jurnal Ilmu Ilmu Peternakan 28 (3): 213 – 223. DOI: 10.21776/ub.jiip.2018.028.03.04]

Tidak terdapat pengaruh interaksi pada rerata produksi VFA diduga, karena kadar serat kasar baik pada pemberian level isolat mikrobial dengan lama fermentasi juga tidak terjadi perbedaan secara

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Line spacing: Double

Formatted: Subscript

nyata (Tabel 2). Laju pertumbuhan mikrobia tergantung pada ketersediaan nutrisi yaitu kerangka karbon dan NH<sub>3</sub>. Diduga dalam penelitian ini mikrobia rumen dalam memfermentasikan substrat kekurangan nutrisi, atau tidak tersedia secara bersamaan antara kerangka karbon dan NH<sub>3</sub>, sehingga produksi VFA tidak terjadi perbedaan. Serat kasar yang tinggi menghambat mikrobia dalam mendegradasi kandungan karbohidrat dari pelepah sawit fermentasi tersebut. Pelepah sawit merupakan sumber pakan berserat yang sebagian besar terdiri dari karbohidrat. Karbohidrat pakan di dalam rumen akan didegradasi menjadi glukosa [1376,1487,1589], selanjutnya menghasilkan VFA dengan volume yang cukup tinggi.

Formatted: Subscript

Penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi VFA pada perlakuan lama fermentasi 28 hari (H2) berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan perlakuan lama fermentasi 14 hari (H1). Hal ini disebabkan semakin lama fermentasi memberikan waktu bagi substrat untuk berinteraksi lebih lama dengan enzim mikrobia sehingga meningkatkan produksi VFA. Lamanya substrat berinteraksi dengan mikrobia menunjukkan peningkatan aktivitas isolat mikrobia untuk melakukan pertumbuhan dan fermentasi, yang mengakibatkan meningkatnya konsentrasi VFA [5].

Rata-rata produksi VFA pada penelitian ini sebesar 94,75 mM – 126,5 mM, masih pada kisaran normal untuk sintesis protein mikrobia yang optimal. *Wajizah et al.* [10132] melaporkan konsentrasi VFA pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus niger* berkisar antara 75,25 sampai dengan 96,58 mM. *Harahap et al.* [162019], melaporkan konsentrasi VFA pelepah sawit yang diamoniiasi dan fermentasi menghasilkan VFA sebesar 95,07 - 131,35 mM. *Wajizah et al.* [1423], melaporkan konsentrasi VFA pelepah sawit fermentasi dengan prolinas berkisar yakni 67,97-90,70 mM.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Pelepah sawit yang difermentasi selama 28 hari (H2) terjadi penurunan produksi protein mikrobia rumen. Semakin banyak level mikrobia rumen kerbau yang ditambahkan, meningkatkan populasi mikrobia dalam substrat. Semakin lama fermentasi, menyebabkan berkurangnya pasokan nutrisi dalam substrat yang dapat dimanfaatkan oleh mikrobia. Keadaan yang demikian mengakibatkan

terjadinya persaingan antar mikrobia dalam memperebutkan nutrisi dalam substrat yang ketersediaannya terbatas, hal ini mengakibatkan jumlah mikrobia yang mati meningkat.

Penurunan populasi mikrobia hidup yang melekat pada pelepah sawit akibat hal di atas, menyebabkan tidak optimalnya mikrobia tersebut dalam membantu mikrobia rumen untuk memanfaatkan nutrisi prekursor sintesis protein mikrobia di dalam rumen, seperti N, sulfur, asam lemak rantai panjang, Zn, dan energi. Laju pertumbuhan mikrobia maksimal dicapai jika konsentrasi semua nutrisi tersedia secara optimum dalam rumen [21][2217]. Kurang termanfaatkannya nutrisi prekursor sintesis protein mikrobia di dalam rumen, mengakibatkan menurunnya aktivitas mikrobia rumen dalam proses tersebut. Hal ini tercermin pada produksi  $\text{NH}_3$  dan VFA yang tidak bersamaan. *Volatile fatty acids* (VFA) lebih lambat diproduksi dari pada  $\text{NH}_3$ , karena kandungan karbohidrat struktural pada pelepah sawit fermentasi yang masih tinggi, akibat belum optimalnya perombakan ikatan kompleks (lignoselulosa dan lignohemiselulosa) pelepah sawit menjadi ikatan yang lebih sederhana pada saat proses fermentasi pelepah sawit, sehingga mikrobia rumen membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memfermentasikannya menjadi VFA, dan tidak dapat mengimbangi kecepatan produksi  $\text{NH}_3$ . [23218] Peningkatan kualitas jerami padi terhadap pencernaan nutrisi dan produk fermentasi rumen kerbau, sintesis protein mikroba ini disebabkan tersedianya nutrisi yang cukup seperti  $\text{NH}_3$  dan karbohidrat yang mudah terfermentasi (*fermentable*).

Ketersediaan  $\text{NH}_3$  harus diikuti oleh produksi VFA total secara bersamaan agar mikrobia rumen dapat memanfaatkan kedua prekursor tersebut secara efisien untuk berlangsungnya proses sintesis protein mikrobia. Amonia ( $\text{NH}_3$ ) berperan dalam penyediaan sumber N sedangkan VFA berperan sebagai kerangka karbon (VFA rantai cabang) dan penyedia sumber energi bagi mikrobia rumen pada proses tersebut, yaitu *Adenosin-adenosin trifosfat* (ATP) yang dihasilkan melalui proses pemecahan glukosa menjadi asam piruvat (glikolisis). Penurunan produksi protein mikrobia rumen pada penelitian ini, terutama pada pelepah sawit yang mendapat perlakuan fermentasi P2 (3% level isolat mikrobia) dan H2 (28 hari fermentasi) secara terpisah, masing-masing 15,34 dan 8,02 mg/ml. Sintesis protein

Formatted: Highlight

Formatted: Font: Not Italic

mikroba (SPM) ransum yang mengandung serat sawit amoniasi pada berbagai taraf konsentrasi daun ubi kayu 0, 5, 10, 15, dan 20% mengasilkan protein mikroba masing-masing yakni 16,08, 18,50, 23,56, 30,64 dan 29,81 mg/ml [201916]. Perlakuan fermentasi dengan menambahkan level isolat mikrobia rumen kerbau hingga 3% dan difermentasi hingga 28 hari, diduga mengandung sedikit asam amino rantai cabang akibat penurunan populasi mikrobia hidup yang melekat pada pelepah sawit. Kondisi yang ideal untuk proses sintesis protein mikrobia adalah konsentrasi VFA yang diproduksi sama cepat dengan produksi NH<sub>3</sub>, sehingga pada saat NH<sub>3</sub> terbentuk diikuti dengan ketersediaan produk fermentasi asal karbohidrat yang digunakan sebagai sumber energi dan kerangka karbon. Nitrogen yang dibutuhkan untuk sintesis mikroba rumen adalah dalam bentuk NH<sub>3</sub>, asam amino dan peptida. Energi untuk sintesis mikroba rumen adalah dalam bentuk *adenosine triphosphate* (ATP). Energi dalam bentuk asam lemak terbang (*volatile fatty acids*/VFA) merupakan sumber energi bagi ruminansia. Hanya VFA berantai cabang yang menyediakan kerangka karbon bagi sintesis protein mikroba rumen [23219].

Formatted: Font: Italic

Produksi protein total pada penelitian ini berkisar antara 32,55-39,96 mg/g dengan kadar protein kasar 1,86-2,61%, PrasetyawanWaijiah et al. [204132], melaporkan kadar protein ~~total tongkol jagung~~ kasar pelepah sawit yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* dengan penambahan sumber karbohidrat berbeda sebesar 11,16 sampai 13,25%, dengan rata-rata peningkatan yang diamoniasi fermentasi (amofer) dengan perbedaan ~~aras~~ starter level inokulum komersial menghasilkan protein ~~total kasar~~ berkisar antara sebesar 63,26-85,30 mg/g, 2,08%. Produksi protein total yang tinggi pada penelitian ini, diduga disebabkan oleh tingginya fermentabilitas pelepah sawit di dalam rumen menjadi amonia. Amonia yang dihasilkan, secara efisien digunakan sebagai sumber N untuk sintesis protein tubuh mikrobia, hal ini terutama terlihat pada kombinasi perlakuan fermentasi P1H1 dan P2H2. Konsentrasi amonia rumen yang rendah, diduga digunakan untuk proses perkembangbiakan mikrobia rumen sehingga proses fermentasi berjalan baik, atau adanya penurunan asupan N dan turunnya—degradasi protein [21543].

Formatted: Font: Italic

Commented [A35]: Aras atau level atau dosis?

Commented [A36]: Starter atau inokulum, gunakan kata secara konsisten

Kecernaan bahan kering pada penelitian ini yakni berkisar 37,68%-41,58%. Rerata KcBK sejalan dengan hasil kajian [22654], sebesar 30,99 – 46,39% pada pelepah sawit yang difermentasi dengan berbagai sumber mikroba. Lebih tinggi dari yang dilaporkan- [10132] pada pelepah pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus-Aspergillus niger* yang menghasilkan KcBK sebesar 20,95 - 25,23%. Harahap et al. [232765] melaporkan bahwa pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *trichoderma-Trichoderma viride* dan *aspergillus-Aspergillus niger*, masing-masing menghasilkan KcBK 25,71%, dan 13,31 %. Hal ini diduga karena hasil NDF (Tabel 1) yang juga tidak terjadi interaksi antara perlakuan level isolat dan lama fermentasi.

Formatted: Font: Italic

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata KcBK pada lama fermentasi 28 hari (H2) lebih tinggi daripada perlakuan lama fermentasi 14 hari (H1). Tingginya pencernaan bahan kering pada lama fermentasi 28 hari (H2) diduga terjadi perenggangan ikatan lignoselulosa yang lebih mudah didegradasi oleh mikroba rumen. Lama waktu fermentasi memberikan kesempatan pada mikroba rumen untuk mendegradasi pelepah sawit semakin tinggi sehingga KcBK meningkat. Lama waktu fermentasi memberikan kesempatan ~~isolat-isolat~~ mikroba dalam melonggarkan ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa, sehingga KcBK menjadi meningkat. [24] Rendahnya kandungan serat kasar, selulosa dan hemiselulosa memudahkan bakteri untuk melakukan penetrasi ke dalam material pakan untuk proses pencernaan. ~~tingkat pencernaan memiliki kaitan erat dengan kandungan nutrisi pakan pencernaan BK juga relatif memiliki kesamaan dengan pencernaan BO.~~ Perubahan struktur serat tersebut mengakibatkan penetrasi enzim yang dihasilkan mikroba rumen menjadi lebih mudah, sehingga akan meningkatkan KcBK. Proses degradasi melibatkan 3 jenis enzim yang bekerja secara sinergis, yaitu endo-1,4- $\beta$ -glucanase dan ekso-1,4- $\beta$ -glucanase serta  $\beta$ -glucosidase. Enzim – enzim tersebut membantu dalam mendegradasi komponen serat, sesuai giliran dari bagian amorf berganti dengan daerah kristalin [24876]. Penggunaan jamur dan enzim yang memiliki kemampuan memetabolisme lignoselulosa berpotensi meningkatkan nilai gizi melalui mekanisme delignifikasi yang selektif [29875].

Commented [A37]: Penempatan referensi perlu memperhatikan pola kalimat.

Formatted: Font color: Text 1

Kecernaan bahan organik pada penelitian ini berkisar 41,02%-41,76%, lebih tinggi dari kajian [1320] KcBO pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *aspergillus-Aspergillus niger* menghasilkan berkisar antara 17,21 - 21,88% dan kajian [23765] pada pelepah kelapa sawit yang difermentasi menggunakan *trichoderma-Trichoderma viride* dan *aspergillus-Aspergillus niger*, masing-masing menghasilkan KcBO 25,11%, dan 13,74 %. Wajizah et al.[1324], melaporkan KcBK dan KcBO pelepah sawit yang difermentasi dengan prolina berkisar 28,11-34,04% dan 28,63-31,64%. [2630298] menyatakan bahan pakan yang baik memiliki nilai lebih dari 60%. Kecernaan bahan organik akan tinggi jika kadar protein kasar bahan pakan tinggi dan akan rendah jika kandungan serat, baik NDF, ADF maupun hemiselulosa dalam bahan pakan tinggi [30291277]

Formatted: Font: Italic

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa, tidak terdapat pengaruh interaksi antara level isolat mikrobial (1 dan 3%) dengan lama waktu fermentasi (14 dan 28 hari) terhadap nilai KcBK, KcBO, produksi VFA dan produksi protein total. Lama fermentasi 14 dan 28 hari dapat mempengaruhi KcBK dan produksi VFA pelepah sawit sedangkan kecernaan bahan organik tidak meningkat. Terdapat pengaruh interaksi perlakuan penambahan level isolat mikrobial selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi yang berbeda terhadap produksi amonia (NH<sub>3</sub>) rumen. Kombinasi perlakuan level isolat mikrobial selulolitik rumen kerbau dan lama fermentasi pelepah sawit secara terpisah mempengaruhi produksi protein mikrobial rumen. Pengolahan pelepah sawit melalui proses fermentasi dengan menggunakan isolat mikrobial selulolitik rumen kerbau mampu meningkatkan nilai nutrisi pelepah sawit, fermentabilitas baik produksi NH<sub>3</sub>, VFA maupun produksi protein mikroba serta meningkatkan kecernaan bahan pakan kering.

Formatted: Subscript

## KONFLIK KEPENTINGAN

Kami menyatakan bahwa dalam penulisan artikel ini tidak terdapat konflik kepentingan yang berhubungan dengan keuangan, pribadi, atau lainnya dengan orang atau organisasi lain yang terkait dengan materi yang dibahas dalam naskah.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Mathius, W. I. 2008. Pengembangan sapi potong berbasis industri kelapa sawit. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Bogor. Pengembangan Inovasi pertanian I (2): 206-224.
2. Rahman, M. M., M. Lourenco, H.A. Hassim, J.J.P. Boars, A.S.M. Sonnenberg, J.W. Cone J.W, J. De Boever, and V. Fievez. 2011. Improving ruminal degradability of oil palm fronds using white rot fungi. J. Anim. Feed. Sci. and Tech. 169 (4):157-166. [Doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.06.014](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.06.014)
3. Wanapat, M., R. Pilajun and P. Kongmun. 2009. Ruminal ecology of swamp buffalo as influenced by dietary sources. J. Anim. Feed Sci. and Techn. 151: 205-214. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2009.01.017.
4. Hanafi N.D., M.Tafsin, dan D.R.Purba. 2018. Isolasi dan karakteristik bakteri lignoselulolitik rumen kerbau sebagai pendegradasi komponen serat. TALENTA Conference Series: Science & Technology (ST) Volume 1 Issue 2-: 101-108. [Doi: https://doi.org/10.32734/st.v1i2.287](https://doi.org/10.32734/st.v1i2.287)
5. Muhtarudin dan Liman. 2006. Penentuan tingkat penggunaan mineral organik untuk memperbaiki bioproses rumen pada kambing secara *in vitro*. Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia 8 (2):132-140. [DOI: https://doi.org/10.31186/jipi.8.2.132-140](https://doi.org/10.31186/jipi.8.2.132-140)
6. Pamungkas, D., Utomo, R., Ngadiyono, N. dan Winugroho, M., 2010. Supplementing energy and protein source at different rate of degradability to mixture of corn waste and coffee pod as basal diet on rumen fermentation kinetic of beef cattle. J. Anim. and Vet. Sci. 15 (1): 22- 30. [https://dx.doi.org/Doi: 10.14334/jitv.v15i1.674](https://dx.doi.org/10.14334/jitv.v15i1.674)
7. Ani, A.S., Pujaningsih, R.I. dan Widiyanto. 2015. Perlindungan protein menggunakan tannin dan saponin terhadap daya fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba. J.

Veteriner. 16(3): 439-447. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jvet/article/view/16260>

8. [Bachrudin, Z., A.S.M. Sofro and B.I.M. Tampoebolon. 1998. The characterization of cellulase produced by buffalo rumen microbe: determination of michaleis constantas \(Km and maximum velocity \(Vm\)\). Indonesian Journal of Biotechnology 6: 185-188.](#)

9. [AOAC. 2016. Official methods of analysis of the association of analytical chemist. 20<sup>th</sup> Ed. Assoc of Offi. Anal. Chem. MARYLAND USA.](#)

~~AOAC. 2005. Official methods of analysis of the association of analytical chemist. 18<sup>th</sup> Ed. Assoc of Offi. Anal. Chem. Arlington.~~

81. [Van Soest, P. J. \(1994\). Nutritional Ecology of the Ruminant. O and B Books Inc Convallis, Ovegon United State of America.](#)

7-10. [Tilley, J.M.A. dan R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grsl. Soc. 18: 104 – 111. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>](#)

8-11. [Departement of Dairy Science. 1996. General Laboratory Procedures. University of Winconsin, Madison.](#)

9-12. [Wajizah, S., Samadi, Y. Usman, dan E. Mariana. 2015. Evaluasi nilai nutrisi dan pencernaan in vitropelepah kelapa sawit \(oil palm fronds\) yang difermentasi menggunakan aspergillus nigerdengan penambahan sumber karbohidrat yang berbeda. J. Agripet. 15 \(1\): 13-19.](#)

10-13. [Mardalena, S. Syarif dan Akmal. 2016. Efek pemberian pelepah sawit yang difermentasi dengan prolinas terhadap karakteristik rumen sapi perah PFH. J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan. 19 \(2\):55-62. DOI: <https://doi.org/10.22437/jiip.v19i2.3846>](#)

14. [Yuan, Z. Q., S. X. Tang, B. Zeng, M. Wang, Z. L. Tan, Z. H. Sun, C. S. Zhou, X F Han, and M. A. Bamikole. 2010. Effects of dietary supplementation with alkyl polyglycoside, a nonionic surfactant, on nutrient digestion and ruminal fermentation in goats. J. Anim. Sci. 88: 3984-3991. doi: 10.2527/jas.2009-2397.](#)

2-15. [Eko-Marhaenyanto, E, dan Sri, Susanti. 2018. Fermentabilitas ruminal secara in vitro suplementasi tepung daun gamal, kelor, randu dan sengon dalam](#)

**Commented [A38]:** Tidak perlu dituliskan alamat webnya

**Formatted:** Indonesian

**Commented [A39]:** Mohon maaf Pustaka terkait metode seperti bachrudin et al (1998), Tilley dan Terry (1963) dan Departement of Dairy Science. (1996), kami belum menemukan yang terbaru, sehingga belum bisa kami ganti, terima kasih

**Formatted:** Font: Times New Roman, 12 pt

**Formatted:** Font: Times New Roman, 12 pt, Highlight

**Formatted:** Font: Times New Roman, 12 pt

**Formatted:** Font: Times New Roman, 12 pt

**Formatted:** Not Highlight

**Formatted:** Superscript, Not Highlight

**Formatted:** Not Highlight

**Formatted:** Not Highlight

**Formatted:** Font: Times New Roman, 12 pt

**Commented [A40]:** Mohon mengikuti format penulisan

**Formatted:** Font: Times New Roman, 12 pt

**Formatted:** Highlight

**Formatted:** Highlight

**Commented [A41]:**

**Formatted:** Indonesian

**Formatted:** Font: Times New Roman, 12 pt, Not Highlight

**Formatted:** Space After: 10 pt, Line spacing: 1,5 lines, Numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0,63 cm + Indent at: 1,27 cm

**Formatted:** Not Highlight

**Formatted:** Font: Times New Roman, 12 pt, Not Highlight

**Formatted:** Not Highlight

**Formatted:** Font: Times New Roman, 12 pt, Not Highlight



[konsentrat hijau. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan 28 \(3\): 213 – 223. DOI: 10.21776/ub.jiip.2018.028.03.04](#)

**Formatted:** Font: Times New Roman, 12 pt, Not Highlight

3.

4.16. Adriani dan Mushawir. 2009. Kadar glukosa darah, laktosa dan produksi susu sapi perah pada berbagai tingkat suplementasi mineral makro. *J. Ind. Trop. Animal Agri.* 34 (2):88-96.

**Formatted:** Indent: Left: 0 cm, Hanging: 0,75 cm, Space After: 10 pt, Don't add space between paragraphs of the same style, Numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0,63 cm + Indent at: 1,27 cm

11.17. Hindratinigrum, N., M. Bata dan S. A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *J. Agripet*, 11 (2): 29-34. DOI: <https://doi.org/10.17969/agripet.v11i2.371>

**Formatted:** Justified, Space After: 10 pt, Numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0,63 cm + Indent at: 1,27 cm

12.18. Araujo, A.P.C., Venturelli, B.C., Santos, M.C.B., Gardinal, R., Consolo, N.R.B., Calomeni, G.D., Freitas, J.E., Barletta, R.V., Gandra, J.R., Paiva, P.G., and Renno, F.P. 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. *Anim. Feed. Sci. and Tech.* 206: 114-118. DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2015.05.016](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.05.016)

13.19. Harahap N., E. Mirwandhono, dan N. D. Hanafi. 2017. Uji Kecernaan Bahan Kering, Bahan Organik, Kadar Nh3 Dan Vfa Pada Pelepah Daun Sawit Terolah Pada Sapi Secara In Vitro. *Jurnal Peternakan.* Vol 1 (1) : 13-21

14.20. Rodríguez R., A. Sosa and Y. Rodríguez. 2007. Microbial protein synthesis in rumen and its importance to ruminants. *Cuban Journal of Agricultural Science* 41 (4) : 287-294. <https://www.researchgate.net/publication/276901672>

**Commented [A42]:** Tidak perlu ditulis

15.21. Syapura, M. Bata dan W. S. Pratama. 2013. Peningkatan kualitas jerami padi dan pengaruhnya terhadap kecernaan nutrien dan produk fermentasi rumen kerbau dengan feces sebagai sumber inoculum. *J. Agripet:* (13) 2: 59-67. DOI: <https://doi.org/10.17969/agripet.v13i2.822>

**Commented [A43]:**

16.22. Anggraeny, Y. N., H. Soetanto, Kusmartono dan Hartutik. 2015. Sinkronisasi suplai protein dan energi dalam rumen untuk meningkatkan efisiensi pakan berkualitas rendah. *Wartazoa.* 25 (3): 107-116. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v25i3.1155>

**Commented [A44]:** Doi

**Commented [A45]:**

82. Prastyawan, R.M., B.I.M. Tampoebolon dan Surono. 2012. Peningkatan kualitas tongkol jagung melalui teknologi amoniasi fermentasi (amofer) terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik serta protein total secara in vitro. *J. Anim. Agric.* 1(1): 611-621. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/aaj/article/view/783>

Commented [A46]: Tidak perlu ditulis

17-23. Ramos, S., M. L. Tejido, M.E. M. J. Ranill and M.D. Carro. 2009. Microbial protein synthesis, ruminal digestion, microbial populations, and nitrogen balance in sheep fed diets varying in forage-to-concentrate ratio and type of forage. *J. Anim. Sci.* 87:2924-2934. [Doi: 10.2527/jas.2009-1938](https://doi.org/10.2527/jas.2009-1938).

18-24. Astuti, T. dan G. Yelni. 2015. Evaluasi kecernaan nutrient pelepah sawit yang difermentasi dengan berbagai sumber mikroorganisme sebagai bahan pakan ternak ruminansia. *J. Sain Peternakan Indonesia.* 10 (2): 101-106. [Doi: https://doi.org/10.31186/jspi.id.10.2.101-106](https://doi.org/10.31186/jspi.id.10.2.101-106)

19-25. Harahap, N., E. Mirwandhono dan N. D. Hanafi. 2017. Uji kecernaan bahan kering, bahan organik, kadar NH<sub>3</sub> dan VFA pada pelepah daun sawit terolah pada sapi secara in vitro. *J. Peternakan.* 1 (1):13-21. [Doi: http://dx.doi.org/10.31604/jac.v1i1.209](http://dx.doi.org/10.31604/jac.v1i1.209)

83. Aminah S, L. K. Nuswantara, B. I. M. Tampoebolon, dan Sunarso, 2020. Agosin, E., M. T. Tollier, E. Heckmann, J. M. Brillouet, P. Thivend, B. Monties, and E. Odier, 1987. Peningkatan Kualitas Sabut Kelapa Melalui Teknologi Fermentasi Menggunakan Mikroba Pencerna Serat Terseleksi dari Cairan Rumen Kerbau. *Effect of Fungal Treatment of Lignocellulosics on Biodegradability. Dalam : Degradation of Lignocellulosics in Ruminants and Industrial Processes. Commission of the European Communities. Elsevier Applied science Publishers. Ltd. pp : 35-45.* 26. *J. Sains Peternakan* Vol. 18 (1), Maret 2020: 44-52. [Doi: http://dx.doi.org/10.20961/sainspet.v%vi%i.35976](http://dx.doi.org/10.20961/sainspet.v%vi%i.35976).

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

Commented [A47]: CEK

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

Formatted: Font: Times New Roman, 12 pt

20-27. Yanuartono, H. Purnamaningsih, S. Indarjulianto dan A. Nururroz. 2017. Potensi jerami sebagai pakan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan.* 27 (1): 40 – 62. [Doi: 10.21776/ub.jiip.2017.027.01.05](https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2017.027.01.05)

Commented [A48]:

21-28. Fathul, F. dan S. Wajizah. 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara in vitro. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner.* 15 (1): 9-15. <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/22029>

Commented [A49]:

5-29. Jayanegara, A., A. Sofyan, H.P.S. Makkar dan K. Becker. 2009. Kinetika produksi gas, pencernaan bahan organik dan produksi gas metana in vitro pada hay jerami yang disuplementasi hijauan mengandung tanin. Media Peternakan. 32 (2): 120-129. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1147>

**Formatted:** Justified, Space After: 10 pt, Numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0,63 cm + Indent at: 1,27 cm

**Commented [A50]:**

