

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAUN NANAS DAN *Aspergillus niger*
TERHADAP KECERNAAN BAHAN ORGANIK DAN SERAT KASAR
SECARA *In Vitro***

(Skripsi)

Oleh

ROHMATIN NISAK



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGARUH LAMA FERMENTASI DAUN NANAS DAN *Aspergillus niger* TERHADAP KECERNAAN BAHAN ORGANIK DAN SERAT KASAR SECARA *In Vitro*

Oleh

ROHMATIN NISAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan kombinasi terbaik antara lama fermentasi dan level pemberian *Aspergillus niger* pada daun nanas terhadap kecernaan bahan organik dan serat kasar secara *in vitro*. Penelitian ini dilaksanakan pada Januari-Maret 2022 bertempat di Laboratorium Ilmu Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 3x3 perlakuan 3 ulangan sehingga terdapat 27 unit percobaan. Perlakuan yang digunakan yaitu D0L0 (level *Aspergillus niger* 0% tanpa difermentasi), D0L1 (level *Aspergillus niger* 0% dengan lama fermentasi 6 hari), D0L2 (level *Aspergillus niger* 0% dengan lama fermentasi 12 hari), D1L0 (level *Aspergillus niger* 2% tanpa difermentasi), D1L1 (level *Aspergillus niger* 2% dengan lama fermentasi 6 hari), D1L2 (level *Aspergillus niger* 2% dengan lama fermentasi 12 hari), D2L0 (level *Aspergillus niger* 4% tanpa difermentasi), D2L1 (level *Aspergillus niger* 4% dengan lama fermentasi 6 hari, dan D2L2 (level *Aspergillus niger* 4% dengan lama fermentasi 12 hari). Data yang diperoleh dianalisis ragam pada taraf nyata 5% dan atau 1% dan dilanjutkan menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Hasil penelitian terdapat interaksi yang berpengaruh nyata antara lama fermentasi dan level pemberian *Aspergillus niger* terhadap Kecernaan Bahan Organik dan Kecernaan Serat Kasar. Kombinasi perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan D2L0 (level *Aspergillus niger* 4% tanpa fermentasi) terhadap Kecernaan Bahan Organik sebesar 55,02% dan perlakuan D0L2 (level *Aspergillus niger* 0% + fermentasi 12 hari) terhadap Kecernaan Serat Kasar sebesar 66,39%.

Kata kunci: Kecernaan Bahan Organik, Kecernaan Serat Kasar, *Aspergillus niger*, daun nanas.

ABSTRACT

EFFECT LONG FERMENTATION OF PINEAPPLE LEAVES AND ASPERGILLUS NIGER OF ORGANIC MATTER DIGESTIBILITY AND CRUDE FIBER DIGESTIBILITY IN VITRO

By
Rohmatin Nisak

This study aims to determine the best treatment between the length of fermentation and the level of *Aspergillus niger* application on pineapple leaves to the organic matter digestibility and crude fiber digestibility *In Vitro*. This research was conducted in January-March 2022 at the Dairy Animal Nutrition Science Laboratory, Faculty of Animal Husbandry, Bogor Agricultural University. This study used a factorial Completely Randomized Design consisting of 3 x 3 treatments and 3 replications so that there were 27 experimental units. The treatments used were D0L0 (0% *Aspergillus niger* level with 0 days of fermentation), D0L1 (0% *Aspergillus niger* level with 6 days of fermentation), D0L2 (0% *Aspergillus niger* level with 12 days of fermentation), D1L0 (2% *Aspergillus niger* level with 0 days of fermentation), D1L1 (2% *Aspergillus niger* level with 6 days of fermentation), D1L2 (2% *Aspergillus niger* level with 12 days of fermentation), D2L0 (4% *Aspergillus niger* level with 0 days of fermentation), D2L1 (4% *Aspergillus niger* level with 6 days of fermentation) and D2L2 (4% *Aspergillus niger* level with 12 days of fermentation). The data obtained were analyzed for variance at the 5% and or 1% significance level and continued using the BNT test. The results showed that there was a significantly different interaction between the duration of fermentation and the level of *Aspergillus niger* administration of *Aspergillus niger* on the concentration of organic matter digestibility and crude fiber digestibility. Combination best treatment are on D2L0 treatment (4% *Aspergillus niger* level with 0 days of fermentation) on organic matter digestibility of 55,02% and treatment of D0L2 (0% *Aspergillus niger* level with 12 days of fermentation) to crude fiber digestibility of 66,39%.

Keywords: *Aspergillus niger*, organic matter digestibility, crude fiber digestibility, pineapple leaf.

**PENGARUH LAMA FERMENTASI DAUN NANAS DAN *Aspergillus niger*
TERHADAP KECERNAAN BAHAN ORGANIK DAN SERAT KASAR
SECARA *In Vitro***

Oleh

Rohmatin Nisak

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PETERNAKAN**

Pada

**Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi

: Pengaruh Lama Fermentasi Daun Nanas dan
Aspergillus niger terhadap Kecernaan Bahan
Organik dan Serat Kasar secara *In Vitro*

Nama Mahasiswa

: Rohmatin Nisak

Nomor Pokok Mahasiswa : 1854241007

Program Studi : Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak

Jurusan

: Peternakan

Fakultas

: Pertanian



Dr. Ir. Farida Fathul, M.Sc.
NIP 19590330 198303 2 001

Dr. Ir. Erwanto, M.S.
NIP 19610225 198603 1 004

MENGETAHUI,

2. Ketua Jurusan Peternakan

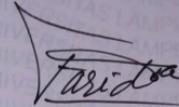
Dr. Ir. Arif Oisthon, M.Si.
NIP 19670603 199303 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Pengaji

Ketua

: Dr. Ir. Farida Fathul, M.Sc.

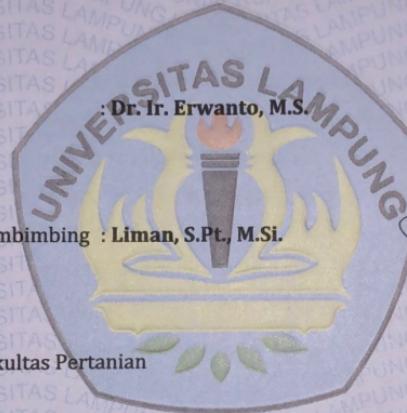


Sekretaris

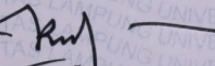
: Dr. Ir. Erwanto, M.S.

Pengaji

Bukan Pembimbing : Liman, S.Pt, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



: Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 04 Juli 2022

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis berupa skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana) baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lain;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing;
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis dari publikasi orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dan disebutkan nama pengarang serta dicantumkan dalam Pustaka;
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Bandar Lampung 19 Juli 2022

Yang Membuat Pernyataan



Rohmatin Nisak
NPM. 1854241007

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Rohmatin Nisak, lahir di Margajaya 16 Juni 2000. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, putri pasangan Bapak Tumardi dan Sarah. Penulis menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak di TK Al-Qur'an pada tahun 2006, sekolah dasar di SD Negeri 5 Margajaya pada tahun 2012, sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Metro Kibang pada tahun 2015, sekolah menengah atas di SMK Muhammadiyah 3 Metro pada tahun 2018. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN) pada tahun 2018.

Selama menjadi mahasiswa, penulis merupakan salah satu anggota Himpunan Mahasiswa Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2019. Penulis melaksanakan kegiatan Magang Kerja di cv Raman Jaya Farm yang dilaksanakan Himapet pada Januari 2020, dan melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Bumisari, Kecamatan Natar, Lampung Selatan pada Februari--Maret 2021. Selanjutnya penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Mulya Farm, Negri Sakti, Pesawaran pada Agustus--September 2021.

Penulis juga berhasil meraih beberapa pencapaian selama masa studi perkuliahan yaitu lolos pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) di Universitas Lampung pada 2021, juara 3 lomba memasak dalam rangka Mulang Kandang Jurusan Peternakan pada 2019.

“Sungguh janji Allah itu benar”
(Q.S. Ar-Rum:60)

“Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”
(Q.S. Al-Baqarah:153)

Motto

Setiap Orang Memiliki Waktu Sukses Yang Berbeda

Jangan tuntut tuhanmu karena tertundanya kenginanmu, tapi tuntut dirimu karena menunda adabmu kepada Allah

PERSEMPAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta selawat serta salam selalu dijunjungkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai pemberi syafaat di hari akhir.
Dengan tulus dan penuh rasa syukur kupersembahkan karya sederhanaku untuk:

Diriku sendiri

yang telah mau dan mampu menyelesaikan tanggung jawab ini. Terima kasih, kamu sudah berhasil melawan berbagai ketidakstabilan fisik maupun mental.
I accept, love, and forgive myself.

Orangtuaku tercinta

yang selalu memberi doa, motivasi dan mengorbankan segalanya untukku, serta menjadi sumber semangat dalam hidupku.

Mas, Mba dan Adikku tercinta

yang selalu membantu mendoakan, menghibur dan memberi semangat.

Dosen Pembimbing dan Penguji,
Keluarga Besar Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak 2018,
Almamater tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T. karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Lama Fermentasi Daun Nanas dan *Aspergillus niger* terhadap Kecernaan Bahan Organik dan Serat Kasar Secara *In Vitro*”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.--selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung--atas izin yang telah diberikan;
2. Bapak Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.--selaku Ketua Jurusan Peternakan--atas kesediannya memberikan masukan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
3. Ibu Dr. Ir. Farida Fathul, M.Sc.--selaku Pembimbing Utama--atas bimbingan, nasehat, arahan dan saran selama penelitian dan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Dr. Ir. Erwanto, M.S.--selaku Pembimbing Anggota--atas bimbingan, arahan dan motivasi selama penelitian dan proses penyelesaian skripsi ini;
5. Bapak Liman, S. Pt., M.Si.--selaku Pembahas--atas bimbingan, arahan dan saran selama proses penyelesaian skripsi ini;
6. Bapak Dr. Ir. Rudy Sutrisna, M.S.--selaku Pembimbing Akademik--atas semua nasihat, motivasi dan ilmu yang diberikan selama masa studi;
7. Bapak dan Ibu dosen serta staf Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang berlimpah yang akan menjadikan bekal dan pengalaman berharga bagi penulis;
8. Kedua orangtuaku, sosok yang takkan pernah tergantikan yang selalu penulis selipkan namanya dalam doa, Ibu Sarah dan Ayah Tumardi atas doa, kasih sayang, motivasi serta dukungannya selama ini;

9. Kebanggan penulis, Mas Asep Mahmudi , Mba indri beserta jagoan kecil tante Abbasi Arta, dan adik Yusuf Bahtiar berikut kucing-kucing kesayangan onti yang selalu mendukung dan menghibur penulis;
10. Family but not by blood, Fikria Rimba Prakassa yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan memberikan nuansa warna di hidup penulis;
11. Kakak-kakak seperjuangan, Restu, Repha, Meta, Tika yang senantiasa menghibur, menyemangati, menasehati dan mewarnai kehidupan penulis selama menjadi mahasiswa;
12. Sahabat-sahabat penyemangat Dwi Anggraini, Inka Aulia, Tri Utari, Linda Rahmawati, Rovida Aulia yang tanpa henti menyemangati, mendukung dan mewarnai kehidupan penulis;
13. Teman-teman tercinta penulis yang baik hatinya, Nuke, Silvi, Adinda, Bella, Doni, Siti, Marietha, Nina, Ghina, Irma, Minda, Dahlia, Suci, Ratu, Asha yang telah membantu penulis serta memberi banyak nasihat ke penulis;
14. Keluarga besar jurusan peternakan angkatan 2018 atas suasana kekeluargaan dan kenangan indah selama masa studi serta motivasi yang diberikan pada penulis;
15. PT. Great Giant Foods serta staff Laboratorium Nutrisi Perah Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan bantuan fasilitas dan membantu selama penelitian ini berlangsung.

Semoga semua bantuan dan jasa baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dari Allah S.W.T. Penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Bandar Lampung, 16 Juni 2022
Penulis,

Rohmatin Nisak

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	3
D. Kerangka Pemikiran	3
E. Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A Deskripsi Nanas	7
B. Limbah Daun Nanas	9
C. Fermentasi.....	10
D. <i>Aspergillus niger</i>	12
E. Kecernaan <i>In Vitro</i>	14
F. Kecernaan Bahan Organik	15
G. Kecernaan Serat Kasar.....	16
III. METODE PENELITIAN	18
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	18
B.1 Alat yang digunakan.....	18
B.2 Bahan yang digunakan	19
C. Rancangan Percobaan	19
D. Peubah yang Diamati	21

E. Pelaksanaan Penelitian	21
E.1 Perbanyakan kultur <i>Aspergillus niger</i>	21
E.2 Persiapan daun nanas	21
E.3 Fermentasi daun nanas.....	22
E.4 Panen fermentasi.....	22
E.5 Pembuatan larutan <i>McDoughall</i>	23
E.6 Pembuatan larutan Pepsin 0.2%	24
E.7 Pengambilan cairan rumen	24
E.8 Analisis <i>in vitro</i>	25
F. Analisis Data.....	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Kecernaan Bahan Organik Daun Nanas secara <i>in vitro</i>	28
B. Kecernaan Serat Kasar Daun Nanas secara <i>in vitro</i>	31
V. KESIMPULAN DAN SARAN	35
A. Kesimpulan	35
B. Saran	35

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan nutrisi limbah daun nanas	10
2. Bahan larutan <i>McDougall</i>	23
3. Nilai keceraan bahan organik daun nanas pada berbagai dosis dan lama waktu fermentasi	28
4. Nilai kecernaan serat kasar daun nanas pada berbagai dosis dan lama waktu fermentasi	32
5. Kandungan kecernaan bahan organik daun nanas terfermentasi.....	41
6. Perhitungan anova kecernaan bahan organik	41
7. Kandungan kecernaan serat kasar daun nanas terfermentasi	42
8. Perhitungan anova kecernaan serat kasar	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman nanas	8
2. <i>Aspergillus niger</i>	12
3. Tata letak percobaan.....	20
4. Skema <i>boxplot</i> KcBO	30
5. Skema <i>boxplot</i> KcSK	33
6. Perbanyakan <i>Aspergillus niger</i>	46
7. Fermentasi sampel.....	46
8. Penjemuran sampel.....	46
9. Sampel untuk diuji	46
10. Pengambilan cairan rumen.....	47
11. Proses inkubasi.....	47
12. Proses centrifuge	47
13. Proses penyaringan sampel.....	47

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Populasi ternak yang semakin meningkat harus diimbangi dengan ketersediaan jumlah pakan, baik dalam hal kualitas, kuantitas maupun kontinuitas. Kendala yang muncul berkaitan dengan kualitas, kuantitas dan kontinuitas dari bahan pakan ternak disebabkan oleh beberapa faktor yaitu antara lain seperti semakin sempitnya lahan penanaman hijauan pakan, karena terjadi pengalihan fungsi menjadi kawasan industri atau pemukiman dan ketersediaan hijauan yang bergantung pada musim akibatnya kualitas dan harga pakan menjadi naik turun atau berubah-ubah yang akan mempengaruhi produktivitas ternak.

Mahalnya harga bahan baku pakan yang sebagian masih impor, maka perlu dicari alternatif pengganti. Pakan alternatif pengganti yang banyak dimanfaatkan di Indonesia adalah produksi limbah pertanian dan agroindustri. Sampai saat ini, produksi limbah pertanian dan agroindustri masih menjadi produk yang belum dimanfaatkan secara baik. Oleh karena, itu pemanfaatan limbah tanaman pangan dan industri pangan mulai dilirik sebagai salah satu solusi untuk mengatasi masalah penyediaan pakan alternatif. Selain itu juga, pemanfaatan tersebut menjadi salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Limbah yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan berasal dari bagian bagian tanaman atau hewan yang dijadikan sebagai sumber energi, sumber protein dan sumber mineral. Berbagai limbah yang mempunyai prospek cukup baik dan banyak terdapat dimasyarakat maupun industri pangan saat ini adalah daun nanas.

Daun nanas memiliki banyak varietas, salah satu varietas yang dapat dijadikan sebagai pakan ternak adalah varietas Smooth cayene. Varietas ini memiliki ciri-ciri daun panjang dan lebar, tidak berduri dengan warna hijau tua kemerahan, batang dan tangkai buah berdiameter besar, buah besar dengan mata buah yang besar pula, warna kulit buah hijau tua sampai kuning kemerahan dan rasa daging buah manis.

Namun, daun nanas memiliki potensi serat kasar yang tinggi jika dikonsumsi dalam keadaan segar, pemberian serat kasar terlalu tinggi menyebabkan tidak terserap secara optimal oleh saluran pencernaan ternak ruminansia tersebut. Oleh karena itu, maka perlu metode baru untuk pengolahan pakan yang dapat merenggangkan ikatan selulosa dan hemiselulosa yang sangat kompleks dalam daun nanas tersebut. Salah satu usaha yang dapat digunakan untuk meningkatkan kandungan gizi dari suatu bahan pakan, mengurangi, menghilangkan atau mengeliminasi zat anti nutrisi adalah melalui teknologi fermentasi. Metode ini selain efektif untuk peningkatan nilai gizi bahan pakan juga mampu menjadi teknologi pengolahan pakan yang ekonomis. Kapang *Aspergillus niger* menghasilkan enzim selulase untuk memecah selulosa, amilase untuk memecah amilosa, glucosidase untuk memecah glukosa (Nurhayati, 2009).

Penambahan jamur *Aspergillus niger* ke dalam fermentasi daun nanas, diharapkan akan terjadi pelepasan ikatan lignin dan karbohidrat, sehingga dapat menurunkan kandungan serat kasar serta meningkatkan kecernaannya. Nilai manfaat suatu bahan pakan dapat diketahui melalui percobaan kecernaan pada ternak, kecernaan nutrien merupakan salah satu tolok ukur dalam menentukan kualitas bahan pakan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh lama waktu fermentasi dan pemberian *Aspergillus niger* dengan level yang berbeda untuk mendapatkan perlakuan terbaik terhadap kecernaan bahan organik dan serat kasar.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk :

1. mengetahui pengaruh lama fermentasi dan level pemberian *Aspergillus niger* pada daun nanas terhadap kecernaan bahan organik dan serat kasar secara *in vitro*;
2. mengetahui lama fermentasi dan level terbaik pemberian *Aspergillus niger* pada daun nanas terhadap kecernaan bahan organik dan serat kasar secara *in vitro*.

C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada peternak dan PT Great Giant Foods terkait respon dan pemberian *Aspergillus niger* dengan lama fermentasi terbaik pada daun nanas terhadap kecernaan bahan organik dan serat kasar secara *in vitro*.

D. Kerangka Pemikiran

Produktivitas hijauan sangat berfluktuasi, berlimpah pada musim hujan dan terjadi kekurangan saat kemarau. Usaha dalam mencari bahan pakan murah atau alternatif dan diikuti dengan penemuan teknologi tepat dalam pemanfaatannya masih terus dilakukan, guna membantu pemecahan penyediaan pakan. Strategi pemberian pakan yang efisien adalah memanfaatkan sumber daya lokal yang melimpah dan bernilai gizi bagi ternak. Salah satu upaya yang dimaksud adalah pemanfaatan limbah perkebunan yaitu limbah daun nanas. Potensi limbah nanas segar di Lampung yang berasal dari PT. Great Giant Foods sangat melimpah. Hal itu dapat menjadi alternatif pakan bagi ternak ruminansia, khususnya wilayah Provinsi Lampung. Ketersediaan limbah yang memiliki persentase tertinggi dari tanaman nanas adalah bagian daun yaitu sekitar 90 %. Tanaman nanas dewasa mampu menghasilkan 70–80 lembar daun nanas. Namun, pada daun nanas memiliki potensi serat kasar yang tinggi jika dikonsumsi dalam keadaan segar, pemberian serat kasar yang terlalu tinggi

menyebabkan tidak terserap secara optimal oleh saluran pencernaan ternak ruminansia tersebut. Kandungan nutrisi daun nanas yaitu PK 9,05%, SK 29,12%, Abu 5,64%, LK 5,08 % dan BETN 39,60% (Saputro, 2014). Menurut Hidayat (2008), terdapat 69,5–71,5% selulosa dan 4,4–4,7% lignin yang terkandung di dalam serat daun nanas. Kandungan SK dan lignin yang tinggi pada daun nanas dapat menurunkan kecernaannya pada ternak. Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas nutrisi dan meningkatkan kecernaannya adalah dengan pengolahan fermentasi.

Fermentasi dengan pemanfaatan jasa mikroba selulolitik dapat membantu proses delignifikasi. Indikator keberhasilan proses fermentasi salah satunya dengan adanya penurunan kadar SK karena proses delignifikasi sehingga meningkatkan kecernaan. Fungsi fermentasi adalah dapat menurunkan serat kasar dan sekaligus meningkatkan kecernaan bahan pakan berserat. Faktor yang mempengaruhi kecernaan bahan organik adalah kandungan serat kasar. Kurniawan (2016) menjelaskan fermentasi menyebabkan penurunan kandungan BO yang diikuti dengan penurunan kandungan BK yang dimanfaatkan mikroba sebagai sumber energi akibat terjadi penguraian oleh aktivitas mikroba yang menghasilkan enzim sehingga dapat mendegradasi BO menjadi naik. Fermentasi yang dilakukan dengan menggunakan jamur merupakan salah satu cara pengolahan yang memungkinkan terjadinya peningkatan pemanfaatan pakan berserat kasar tinggi, karena aktivitas dari jamur memungkinkan terjadinya perombakan terhadap komponen bahan yang sulit dicerna (Styawati, 2013).

Aspergillus niger merupakan kapang yang digunakan untuk proses fermentasi bersifat selulolitik, mudah tumbuh pada suasana aerob dan pertumbuhannya cepat (Tampoebolon *et al.*, 2019). Menurut Azizah *et al.* (2012), ada banyak faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain substrat, suhu, pH, oksigen dan mikroba yang digunakan. Substrat merupakan bahan baku fermentasi yang mengandung nutrien-nutrien yang dibutuhkan oleh mikroba untuk tumbuh maupun menghasilkan produk fermentasi. Fermentasi limbah buah nanas menggunakan *Aspergillus niger*

2% dengan lama waktu inkubasi terbaik 4 hari menghasilkan nilai kandungan nutrien terbaik dengan kandungan BO 97,79 %, PK 9,55%, SK 14,69% (Kusuma *et al.*, 2019). Mirwandhono *et al.* (2008) menyatakan bahwa fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* yang terbaik untuk menaikkan kadar protein kasar dan menurunkan serat kasar pada lama fermentasi 4 hari. Waktu terbaik fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* pada lama 4 hari (Sa'adah *et al.*, 2008). Fermentasi kulit kopi menggunakan *Aspergillus niger* dengan lama waktu 4–5 hari menghasilkan kandungan nutrisi KcBK 40,81% dan KcBO 37,89% (Muna *et al.*, 2019).

Kapang *Aspergillus niger* mempunyai kelebihan, baik dalam penggunaan substrat maupun dalam menghasilkan enzim–enzim pengurai, yaitu selulase untuk memecah selulose, amilase untuk memecah amilosa, glucosidase untuk memecah glukosa, sehingga produk fermentasi dapat menghasilkan senyawa yang lebih sederhana seperti senyawa glukosa dan asam-asam organik (Nurhayati, 2009). Selulase yang dihasilkan oleh *Aspergillus niger* cukup tinggi (Purkan *et al.*, 2015). Oleh karena itu, *Aspergillus niger* sangat potensial untuk menurunkan pakan berserat kasar tinggi pada proses fermentasi dan mampu meningkatkan kecernaan serat kasarnya. Kecernaan adalah bagian dari nutrien pakan yang tidak diekskresikan dalam feses terhadap konsumsi pakan. Pentingnya pengukuran kecernaan yaitu untuk menentukan nilai pakan atau tingginya nilai kecernaan suatu bahan pakan. *In vitro* merupakan teknik percobaan yang dapat digunakan sebagai pengganti percobaan dengan menggunakan ternak karena lebih murah dan cepat dengan hasil yang akurat. Teknik *In vitro* pada ternak ruminansia dapat digunakan untuk menentukan degradasi bahan organik, jumlah bahan organik yang difерентasi dan menentukan degradasi kinetik rumen (Cone, 1998). Pada penelitian ini perlakuan yang diberikan berupa level *Aspergillus niger* 0%, 2%, 4%, dan lama fermentasi 0 hari, 6 hari dan 12 hari. Diharapkan terdapat level dan lama waktu terbaik fermentasi daun nanas pada kecernaan bahan organik dan serat kasar sehingga penelitian ini dapat menjadi acuan dalam teknik pengolahan fermentasi limbah daun nanas sebagai pakan ruminansia.

E. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah :

1. terdapat pengaruh interaksi lama fermentasi dan level pemberian *Aspergillus niger* pada daun nanas terhadap kecernaan bahan organik dan serat kasar;
2. diperoleh dosis terbaik 2% penggunaan *Aspergillus niger* dan lama fermentasi terbaik 6 hari pada daun nanas terhadap kecernaan bahan organik dan serat kasar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Nanas

Nanas merupakan tanaman buah berupa semak yang memiliki nama ilmiah *Ananas comosus* yang memiliki daging buah berwarna kuning. Kandungan air yang dimiliki buah nanas adalah 90%. Nanas berasal dari Brasilia (Amerika Selatan) yang telah di domestikasi di sana sebelum masa Columbus. Pada abad ke-16 orang Spanyol membawa nanas ini ke Filipina dan Semenanjung Malaysia, masuk ke Indonesia pada abad ke-15, (1599). Di Indonesia awal mulanya hanya dijadikan sebagai tanaman pekarangan dan meluas hingga dikebunkan di lahan kering (tegalan) di seluruh wilayah nusantara. Namun saat ini tanaman tersebut dibudidaya di daerah tropik dan sub tropik (Styawati, 2013).

Tanaman nanas termasuk dalam tanaman herba tahunan. Nanas merupakan tanaman monokotil yang bersifat merumpun. Bagian-bagian dari tanaman nanas antara lain terdiri dari daun, batang, buah, akar dan bunga. Daun nanas berbentuk sejajar dengan panjang sekitar 130–150 cm, lebar antara 3–5 cm dan jumlah daun tiap batang tanaman sangat bervariasi antara 70–80 helai yang tata letaknya mengelilingi batang mulai dari bawah sampai ke atas arah kanan dan kiri.



Gambar 1. Tanaman nanas

Klasifikasi tanaman nanas :

Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)

Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)

Kelas : Angiospermae (berbiji tertutup)

Ordo : Farinosae (Bromeliales)

Famili : Bromeliaceae

Genus : Ananas

Species : *Ananas comosus (L) Mer*

Berdasarkan habitus tanaman, terutama bentuk daun dan buah dikenal 4 jenis golongan nanas, yaitu : *Cayenne* (daun halus, tidak berduri, buah besar), *Queen* (daun pendek berduri tajam, buah lonjong mirip kerucut), *Spanyol/Spanish* (daun panjang kecil, berduri halus sampai kasar, buah bulat dengan mata datar) dan *Abacaxi* (daun

panjang berduri kasar, buah silindris atau seperti piramida). Varietas cultivar nanas yang banyak ditanam di Indonesia adalah golongan *Cayenne* dan *Queen*. Golongan *Spanish* dikembangkan di kepulauan India Barat, Puerto Rico, Mexico dan Malaysia. Golongan *Abacaxi* banyak ditanam di Brazilia. Ragam varietas/cultivar nanas yang dikategorikan unggul adalah nanas Bogor, Subang dan Palembang (Styawati, 2013).

B. Limbah Daun Nanas

Sentra produksi nanas tertinggi di Indonesia yaitu Lampung (32,77%), Jawa Barat (10,39%), Sumatera Utara (12,78%), Jawa Timur (8,82%), Jambi (8,23%), Jawa Tengah (6,96%), Riau (5,41%) dan provinsi lainnya (7,58%). Produksi nanas Indonesia cukup besar berdasarkan Angka Tetap (ATAP) tahun 2015 produksi nanas mencapai 1,73 juta ton. Untuk wilayah Asia Tenggara, Indonesia termasuk penghasil nanas terbesar ketiga setelah Filipina dan Thailand dengan kontribusi sekitar 23%. Persero Terbatas Great Giant Foods merupakan perusahaan pengalengan nanas terbesar di Indonesia yang memiliki perkebunan \pm 33.000 Ha dengan jenis varietas *Smooth cayenne* yang menjadikannya sebagai produsen utama nanas olahan (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016).

Limbah nanas terdiri dari dua tipe yaitu sisa dari tanaman nanas yang terdiri dari daun, tangkai dan batang, sedangkan limbah dari pengalengan nanas yaitu terdiri dari kulit, mahkota, pucuk, inti buah dan ampas nanas. Daun nanas adalah limbah yang paling banyak dihasilkan dari tanaman nanas, bentuk daun nanas panjang dan tidak memiliki tulang daun utama. Pada daun terdapat duri tajam, duri nanas tersusun rapi menuju pada satu arah menghadap ujung daun. Daun nanas tumbuh memanjang sekitar 130–150 cm, lebar antara 3–5 cm dengan permukaan daun sebelah atas halus mengkilap berwarna hijau tua bergaris atau coklat kemerah-merahan, sedangkan permukaan daun bagian bawah berwarna keputih-putihan. Jumlah daun tiap batang bervariasi antara 70–80 helai yang letaknya seperti spiral yang mengelilingi batang mulai dari bawah sampai keatas.

Tabel 1. Kandungan nutrisi limbah daun nanas (% Bahan Kering)

Komponen	PK	SK	Abu	LK	BETN
-----(%-----					
Daun segar	9,05	29,12	5,64	5,08	39,6

Sumber : Saputro (2014).

Serat kasar yang terkandung pada daun nanas berupa selulosa, hemiselulosa, alfa-selulosa, lignin dan pentose. Selulosa adalah zat penyusun tanaman yang terdapat pada struktur sel. Hewan ruminansia memiliki mikroba pencerna selulosa di dalam rumen-retikulumnya sehingga dapat memanfaatkan selulosa dengan baik. Lignin merupakan komponen yang tidak dicerna sehingga dapat mempengaruhi kecernaan serat kasar. Seiring dengan bertambahnya umur maka kadar lignin akan bertambah. Hidayat (2008) menyatakan terdapat 69,5–71,5% selulosa dan 4,4–4,7% lignin yang terkandung di dalam serat daun nanas.

C. Fermentasi

Fermentasi merupakan proses metabolismik yang dibantu oleh enzim dari mikroba (jasad renik) untuk melakukan oksidasi, hidrolisa, reduksi dan reaksi kimia lainnya, sehingga terjadi perubahan kimia pada substrat organik dengan menghasilkan produk tertentu dan menyebabkan terjadinya perubahan sifat bahan. Pada proses fermentasi bahan pangan oleh mikroorganisme mampu memperbaiki mutu bahan pakan baik dari segi gizi maupun daya cerna dan mampu meningkatkan daya simpannya.

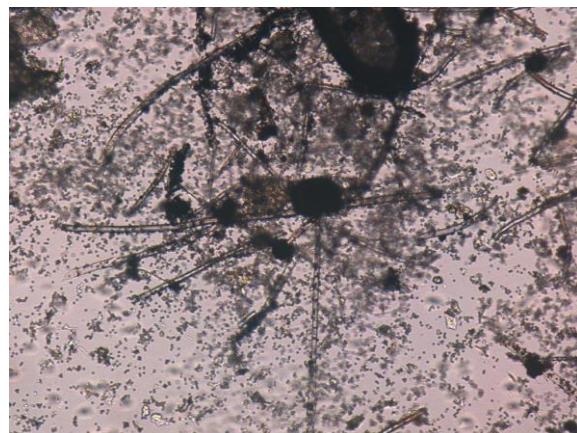
Tampoebolon *et al.* (2019) menyatakan bahwa proses fermentasi bertujuan menurunkan kadar serat kasar, meningkatkan kecernaan dan sekaligus meningkatkan kadar protein kasar. Nutrien yang paling dibutuhkan oleh mikroba baik untuk tumbuh maupun untuk menghasilkan produk fermentasi adalah karbohidrat. Karbohidrat merupakan sumber karbon yang berfungsi sebagai penghasil energi bagi mikroba, sedangkan nutrien lain seperti protein dibutuhkan dalam jumlah lebih sedikit daripada karbohidrat (Azizah *et al.*, 2012).

Fermentasi memiliki berbagai manfaat antara lain yaitu dapat mengubah bahan organik kompleks seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna serta diserap oleh pencernaan ternak, mengubah rasa dan aroma, meningkatkan palatabilitas dan mensintesis protein. Selain itu bahan pakan yang diperlakukan dengan fermentasi dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dan dapat mengurangi senyawa racun yang dikandungnya, sehingga menghasilkan nilai ekonomis dari bahan dasarnya menjadi jauh lebih baik.

Pada dasarnya teknologi fermentasi menjadi upaya manusia untuk mencapai kondisi optimal agar pada proses ini mampu memperoleh hasil yang bagus sesuai dengan target yang diharapkan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Kusuma *et al.* (2019) menyatakan bahwa fermentasi limbah buah nanas menggunakan *Aspergillus niger* 2% dengan lama waktu inkubasi 4 hari merupakan waktu optimal untuk menghasilkan nilai kandungan nutrien terbaik dengan kandungan sebesar BO 92,79%, PK 9,55%, SK 14,69%. Mirwandhono *et al.* (2006) menambahkan bahwa kandungan serat kasar pakan hasil fermentasi dipengaruhi oleh pertumbuhan jamur (miselium) pada kapang, sehingga semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin menghasilkan pertumbuhan miselium yang lebat dan terjadi peningkatan kandungan serat kasar.

D. *Aspergillus niger*

Aspergillus niger merupakan kapang yang mudah tumbuh pada suasana aerob dan pertumbuhannya cepat (Tompoebolon *et al.*, 2019). Ciri-ciri *Aspergillus niger* yaitu mempunyai kepala konidia yang besar, bulat dan berwarna hitam, coklat hitam atau ungu coklat. Konidianya kasar dan mengandung pigmen, hifa septat dan miselium bercabang. Konidiofora membengkak membentuk vesikel pada ujungnya membawa sterigmata dimana tumbuh konidia. Konidia membentuk rantai berwarna hijau, coklat atau hitam, Jamur ini tumbuh baik pada suhu kamar dan pada medium pH asam (Wuryanti, 2008).



Gambar 2. *Aspergillus niger*

Klasifikasi jamur *Aspergillus niger* sebagai berikut

Kingdom : Fungi

Filum : Ascomycota

Subfilum : Pezizomycotina

Klas : Ascomycetes

Ordo : Eurotiales

Famili : Trichocomaceae

Genus : *Aspergillus*

Spesies : *Aspergillus niger*

Morfologi koloni jamur *Aspergillus niger* memiliki spora berwarna putih kehitaman dan intensitas warna spora ini semakin pekat sejalan dengan semakin tua umur koloni (Putra *et al.*, 2020). Hasil pengamatan morfologi isolat jamur *Aspergillus niger* secara mikroskopis terlihat koloni jamur berbentuk bulat, berwarna coklat kehitaman dengan tepi merata dan agak kasar, Konidia memiliki ciri yaitu berbentuk bulat dengan konidiofora panjang berbentuk silinder, serta tidak berwarna. *Aspergillus niger* dapat tumbuh pada suhu 35°C–37°C (optimum), 6°C–8°C (minimum), 45°C–47°C (maksimum) dan memerlukan oksigen yang cukup (aerob).

Wina (2005) menyatakan bahwa *Aspergillus niger* dapat menghasilkan bermacam-macam enzim seperti mannase, selulase dan enzim–enzim pemecah karbohidrat lainnya sehingga mampu menguraikan serat lebih optimal dalam proses fermentasi. Kapang *Aspergillus niger* mempunyai kelebihan, baik dalam penggunaan substrat maupun dalam menghasilkan enzim–enzim pengurai, misalnya selulase untuk memecah selulosa, amilase untuk memecah amilosa, glucosidase untuk memecah glukosa, sehingga produk fermentasi dapat menghasilkan senyawa yang lebih sederhana seperti senyawa glukosa dan asam–asam organik (Nurhayati, 2009). *Aspergillus niger* merupakan salah satu spesies *Aspergillus* yang dapat dimanfaatkan dengan baik dan tidak menghasilkan mitotoksin yang membahayakan. Kapang tersebut berkembang dengan baik karena adanya penggunaan sumber karbon yang menstimulasi perkembangan bakteri asam laktat yang mengubah karbohidrat bahan menjadi asam laktat sehingga pH rendah. pH yang kurang dari 4 akan dapat menghambat tumbuhnya jamur dan terbentuknya lendir. Kondisi anaerob di dalam silo tercapai dengan baik sehingga jamur sukar untuk tumbuh (Kusuma *et al.*, 2019).

Fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* terbaik untuk menurunkan serat kasar dan menaikan kadar protein kasar pada lama fermentasi 4 hari (Mirwandhono *et al.*, 2006). Kusuma *et al.* (2019) menyatakan bahwa fermentasi limbah buah nanas menggunakan *Aspergillus niger* 2% dengan lama waktu inkubasi 4 hari menghasilkan nilai kandungan nutrien terbaik dengan kandungan sebesar BO 92,79%, PK 9,55%,

SK 14,69%. Fermentasi kulit kopi menggunakan *Aspergillus niger* dengan lama waktu 4–5 hari menghasilkan kandungan nutrisi KcBK 40,81% dan KcBO 37,89% (Muna *et al.*, 2019). Toha *et al.* (1998) menyebutkan bahwa fermentasi pada pod coklat menggunakan starter *Aspergillus niger* mampu menurunkan serat kasar dari 35,83% menjadi 26,12%.

E. Kecernaan *In Vitro*

Kecernaan merupakan cara yang umum dilakukan untuk menilai kualitas pakan, tingginya kecernaan bahan kering mencerminkan kualitas pakan yang baik.

Kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan organik mempunyai hubungan yang erat karena nutrien yang terkandung di dalam bahan organik, terkandung pula dalam bahan kering (Raguarti *et al.*, 2018). Nilai kecernaan adalah tanda awal ketersediaan nutrien dalam bahan pakan ternak tertentu. Kecernaan yang tinggi menunjukkan besarnya nutrien yang disalurkan pada ternak, sedangkan kecernaan yang rendah menunjukkan bahan pakan tersebut belum bisa memberikan nutrien bagi ternak baik untuk hidup pokok ataupun untuk produksi (Hartono *et al.*, 2015).

Teknik kecernaan *in vitro* adalah suatu teknik penentuan kecernaan yang dilakukan secara kimiawi di laboratorium dengan meniru proses pencernaan yang terjadi di dalam tubuh ternak ruminansia. Kecernaan secara *in vitro* dilakukan di laboratorium yaitu dengan cara menginkubasi sampel dalam cairan rumen yang diberi tambahan bahan kimia berupa larutan buffer dan mineral untuk mengkondisikan seperti yang terjadi dalam lambung ternak ruminansia (Fathul *et al.*, 2017).

Metode *in vitro* memakai dasar sistem pencernaan dua tahap. Tahap pertama meliputi perlakuan fermentasi bahan pakan termasuk hijauan dalam fermentasi *in vitro* menggunakan mikroba cairan rumen selama 48 jam. Pencernaan tahap kedua adalah pencernaan hidrolisis komponen bahan kering oleh pepsin. Pencernaan tahap pertama mensimulasi pencernaan dalam rumen dan tahap kedua mensimulasi pencernaan yang terjadi di dalam organ alat pencernaan pasca rumen. Nilai koefisien

cerna yang diperoleh dari teknik analisis *in vitro* tersebut mendekati hasil dengan sistem *in vivo* (Tilley and Terry, 1963).

F. Kecernaan Bahan Organik

Kecernaan bahan organik berkaitan erat dengan kecernaan bahan kering karena sebagian besar bahan organik adalah penyusun dari bahan kering, bedanya terletak pada kadar abu. Nilai kecernaan bahan organik menunjukkan jumlah zat-zat pakan meliputi karbohidrat, lemak dan protein. Faktor yang mempengaruhi kecernaan bahan organik adalah kandungan serat kasar. Kurniawan (2016) menjelaskan bahwa fermentasi menyebabkan penurunan kandungan BO yang diikuti dengan penurunan kandungan BK yang dimanfaatkan mikroba sebagai sumber energi akibat terjadi penguraian oleh aktivitas mikroba yang menghasilkan enzim sehingga dapat mendegradasi BO dan kandungan abu menjadi naik. Kecernaan bahan organik menggambarkan ketersediaan nutrien pakan. Kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan organik mempunyai hubungan yang erat karena nutrien yang terkandung di dalam bahan organik, terkandung pula dalam bahan kering (Suparwi *et al.*, 2012).

Nilai kecernaan bahan organik lebih tinggi dibanding dengan nilai kecernaan bahan kering, hal ini disebabkan karena pada bahan kering masih terdapat kandungan abu, sedangkan pada bahan organik tidak mengandung abu, sehingga bahan tanpa kandungan abu relatif lebih mudah dicerna. Kandungan abu memperlambat atau menghambat tercernanya bahan kering ransum. Peningkatan kecernaan bahan organik dikarenakan kecernaan bahan kering juga meningkat. Adanya peningkatan kandungan protein kasar akan menyebabkan meningkatnya aktivitas mikroba rumen, digesti terhadap bahan organik (Fathul dan Siti, 2010).

Wibowo (2010) menyatakan bahwa kadar serat kasar dan kadar abu mempunyai hubungan yang positif, tingginya serat kasar akan berpengaruh positif terhadap besarnya kadar abu suatu bahan pakan. Penurunan kadar abu ini sangat diharapkan,

karena semakin menurunnya kadar abu, berarti kandungan bahan organik akan semakin bertambah. Semakin tinggi bahan organik maka semakin rendah kandungan serat kasar. Menurut Ismail (2011), faktor-faktor yang mempengaruhi kecernaan bahan organik adalah kandungan serat kasar dan mineral dari bahan pakan. Kecernaan bahan organik terdiri atas kecernaan karbohidrat, protein, lemak dan vitamin serta erat kaitannya dengan kandungan bahan anorganik (abu). Simanhuruk (2010) menyatakan bahwa kecernaan bahan organik lebih rendah dibandingkan kecernaan bahan kering karena kandungan bahan anorganik atau mineral pakan lebih tinggi. Penyerapan mineral yang tinggi akan menyebabkan nilai kecernaan bahan organik lebih rendah dibandingkan kecernaan bahan kering. Kulit kopi yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* mampu menghasilkan kecernaan bahan organik 37,89% (Muna *et al.*, 2019).

G. Kecernaan Serat Kasar

Serat kasar merupakan bagian dari karbohidrat dan didefinisikan sebagai fraksi yang tersisa setelah dipanaskan dengan larutan asam sulfat standar dan sodium hidroksida pada kondisi yang terkontrol. Sebagian besar serat kasar berasal dari sel dinding tanaman dan mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Prinsip dalam analisis kadar serat kasar, yaitu semua zat yang hilang pada waktu pemijaran di dalam tanur pada suhu 600 °C selama 2 jam, sesudah mengalami pencucian dengan asam kuat encer dan basa kuat encer (Fathul *et al.*, 2017).

Kualitas pakan ditentukan oleh tinggi atau rendahnya kandungan serat kasar (kuat atau tidaknya ikatan lignoselulosa, lignohemiselulosa dan silica) jika dikonsumsi oleh ruminansia. Hal ini yang menyebabkan kecernaan bahan pakan tersebut rendah. Menurut Pamungkas *et al.* (2013), rendahnya kandungan serat kasar akan memudahkan penetrasi mikroba rumen (bakteri, protozoa dan jamur) untuk mencerna nutrien pakan. Artinya semakin rendah kandungan serat kasar dalam pakan semakin tinggi kecernaan serat kasar. Budiman *et al.* (2006) menyatakan bahwa pasokan

energi dan protein pakan dalam jumlah cukup mampu mempercepat pertumbuhan bakteri pencerna serat.

Munir (2012) menyatakan bahwa *Aspergillus niger* yang digunakan untuk fermentasi kulit buah kakao dengan ukuran yang tidak beraturan dapat meningkatkan kandungan SK kulit buah kakao pada hari ke 5 (7,67%) dan 7 (5,73%) tetapi kandungan SK menurun pada hari ke 9 (0,61%). Hal ini disebabkan oleh tingginya pertumbuhan jamur dan kematangan pertumbuhan miselia *Aspergillus niger* yang ditandai dengan lebatnya miselia jamur dan berwarna hitam. Menurut Pamungkas *et al.* (2013), rendahnya kandungan serat kasar akan memudahkan penetrasi mikroba rumen (bakteri, protozoa dan jamur) untuk mencerna nutrien pakan. Artinya semakin rendah kandungan serat kasar dalam pakan semakin tinggi kecernaan serat kasar.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian telah dilaksanakan pada Januari sampai Maret 2022. Limbah daun nanas diperoleh dari lahan perkebunan nanas di PT. Great Giant Foods, Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Perbanyakan *Aspergillus niger* dilakukan di Laboratorium Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Untuk analisis *in vitro* dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Perah, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

B. Alat dan Bahan Penelitian

B.1 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan analitik, timbangan digital, kantong plastik yang sudah dilubangi, pisau, tali rafia, terpal, alat untuk uji kecernaan *in vitro* yaitu timbangan analitik (KERN ABJ220-4NM), tabung kaca pyrex volume 100 ml dan tutup karet berventilasi, *shakerwaterbath memmert* (WB 14), tabung gas CO₂, sentrifuge thermo (thermo fisher SL 8R), vortex mixer (VM- 300), oven 105°C (U 15), tanur nabertherm (N 50), kertas saring whatman no. 41, pompa vakum, cawan porselen, desikator, tang penjepit, *erlenmeyer*, alat kondensor, kompot, kertas saring *whatman ashless*, kertas saring biasa dan corong kaca.

B.2 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah daun nanas varietas *smooth cayenne*, kultur *Aspergillus niger*, cairan rumen ternak sapi (berasal dari kandang ternah perah Lab. Terpadu Fakultas Peternakan IPB) dan bahan bahan kimia untuk analisis *in vitro* seperti aquadest, larutan McDougall (Na HCO₃ 58,8 gram, Na₂HPO₄.7H₂O 42,0 gram, KCL 3,42 gram, NaCl 2,82 gram, MgSO₄.7H₂O 0,72 gram, CaCl 0,24 gram), larutan pepsin HCl, gas CO₂, H₂SO₄ pekat, H₂SO₄ standar, NaOH.

C. Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan teknik penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x3 dengan 3 ulangan, sehingga terdapat 27 unit percobaan. Faktor pertama adalah level penggunaan *Aspergillus niger* dalam substrat, sedangkan faktor kedua adalah lama fermentasi.

Level *Aspergillus niger* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

D0 : *Aspergillus niger* 0%

D1 : *Aspergillus niger* 2%

D2 : *Aspergillus niger* 4%

Lama fermentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

L0 : Fermentasi selama 0 hari

L1 : Fermentasi selama 6 hari

L2 : Fermentasi selama 12 hari

Penataan dilakukan secara acak sehingga setiap perlakuan yang akan dicobakan akan memiliki peluang yang sama untuk diletakkan dalam plot-plot percobaan. Tata letak percobaan fermentasi daun nanas disajikan pada Gambar 3.

D1L2 U3	D1L2 U1	D2L1 U3	D2L1 U2	D1L1 U2	D0L0 U3	D2L0 U2	D1L0 U1	D0L1 U1
D2L2 U3	D0L1 U2	D2L1 U1	D1L2 U2	D0L1 U3	D1L0 U3	D2L0 U3	D0L2 U1	D0L0 U2
D2L0 U1	D1L0 U2	D0L2 U2	D0L0 U1	D1L1 U3	D2L2 U1	D1L1 U1	D0L2 U3	D2L2 U2

Gambar 3. Tata letak percobaan

Keterangan :

D0L0 : Fermentasi daun nanas + 0% *Aspergillus niger* dengan lama waktu 0 hari

D0L1 : Fermentasi daun nanas + 0% *Aspergillus niger* dengan lama waktu 6 hari

D0L2 : Fermentasi daun nanas + 0% *Aspergillus niger* dengan lama waktu 12 hari

D1L0 : Fermentasi daun nanas + 2% *Aspergillus niger* dengan lama waktu 0 hari

D1L1 : Fermentasi daun nanas + 2% *Aspergillus niger* dengan lama waktu 6 hari

D1L2: Fermentasi daun nanas + 2% *Aspergillus niger* dengan lama waktu 12 hari

D2L0 : Fermentasi daun nanas + 4% *Aspergillus niger* dengan lama waktu 0 hari

D2L1: Fermentasi daun nanas + 4% *Aspergillus niger* dengan lama waktu 6 hari

D2L2: Fermentasi daun nanas + 4% *Aspergillus niger* dengan lama waktu 12 hari.

U : menunjukkan angka ulangan

D. Peubah yang diamati

Peubah yang diamati pada penelitian ini yaitu

1. kecernaan bahan organik secara *in vitro*;
2. kecernaan serat kasar secara *in vitro*.

E. Pelaksanaan penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahap, yaitu tahap pertama perbanyakan kultur *Aspergillus niger*, persiapan sampel dan tahap terakhir analisis kecernaan secara *in vitro*.

E.1 Perbanyakan kultur *Aspergillus niger* :

Tahapan perbanyakan *Aspergillus niger*:

1. mencuci beras;
2. menambahkan air sebanyak 400 cc/kg beras;
3. memasak beras hingga setengah matang;
4. mengukus beras setengah matang selama 30 menit lalu dinginkan;
5. mencampurnya hingga merata sebanyak 3 petri/kg beras;
6. menginkubasi selama 5 hari dengan ditutup *plastic wrap* yang telah dilubangi;
7. mengeringkan dalam oven pada suhu 40 °C selama 5 hari;
8. menghaluskan hasil biakkan dan siap untuk digunakan dalam fermentasi pakan (Palinggi *et al.*, 2014).

E.2 Persiapan daun nanas

Daun nanas diperoleh langsung dari PT Great Grian Foods yang berlokasi di Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah. Daun yang diambil antara lain daun yang masih bagus dan belum tua. Daun nanas dicopper sepanjang

1 cm. Kemudian disterilisasi dengan cara dikukus menggunakan dandang selama 25 menit dan selanjutnya didiamkan sampai dingin.

E.3 Fermentasi daun nanas

Tahapan pembuatan fermentasi daun nanas:

1. menyiapkan alat dan bahan;
2. memotong daun nanas dengan ukuran 1 cm;
3. mengukus daun nanas menggunakan dandang selama 25 menit, lalu didinginkan dan ditimbang;
4. memasukkan daun nanas ke dalam baskom dan menambahkan *Aspergillus niger* 0, 2 dan 4%;
5. mengaduk didalam baskom hingga merata, lalu memasukkan daun nanas ke dalam plastik yang sudah dilubangi dan diikat dengan tali rafia dan ditandai sesuai perlakuan;
6. menyimpan di ruangan dengan suhu 28°C dan difermentasi selama 0 hari, 6 hari dan 12 hari.

E.4 Panen fermentasi daun nanas

Tahapan panen fermentasi daun nanas:

1. membuka tali rafia, kemudian menuangkan sampel ke dalam nampan dan di oven dengan suhu 60°C selama 48 jam;
2. setelah kering, sampel ditimbang dan dicatat bobotnya;
3. kemudian sample digiling menggunakan blender, lalu disaring hingga lolos saring 40 mash;
4. memasukkan tepung sampel ke dalam kantung plastik dan digoyang-goyangkan agar homogen;

5. kemudian dituangkan ke dalam nampan, lalu dibagi menjadi 4 bagian. Setelah itu diambil 1/4 bagian dan dimasukkan ke dalam kantung plastik dan digoyang-goyangkan kembali agar homogen;
6. memasukkan sampel ke dalam kantung plastik, kemudian ditutup rapat; setelah itu memberi label pada badan kantung plastik, pada label tertera kode perlakuan.

E.5 Pembuatan larutan *McDougall* (saliva buatan)

Tahapan pembuatan larutan *McDougall*:

1. membuat larutan sebanyak 6 liter;
2. masukkan 5 liter air destilasi ke dalam labu takar yang bervolume 6 liter dan masukkan bahan-bahan dengan jumlah dan proporsi sebagai berikut (CaCl_2 ditambahkan paling akhir, setelah bahan lain melarut sempurna)

Tabel 2. bahan larutan *McDougall*

Bahan	Jumlah (g)
Na HCO_3	58.8
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	42.0
KCl	3.42
NaCl	2.82
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.72
CaCl_2	0.24

3. mencuci leher labu dengan air destilasi hingga permukaan air mencapai tanda tera;

4. mengkocok campuran dengan gas CO₂, perlahan–lahan dengan cara melewatkannya dengan tujuan menurunkan pH hingga mencapai pH 6.8;
5. memeriksa pH dan hangatkan larutan sebanyak yang diperlukan hingga 37⁰C jika perlu kocok kembali dengan CO₂ hingga pH 6.8 (*Catatan : turunkan pH sebelum larutan di hangatkan menjadi 37⁰C*).

E.6 Pembuatan larutan Pepsin 0.2%

Tahapan pembuatan larutan pepsin:

1. menimbang 2 g Pepsin 1 : 10000;
2. melarutkan Pepsin dalam 850 ml air bebas ion;
3. menambahkan 17,8 ml HCl pekat;
4. memasukan ke dalam labu takar;
5. menambahkan air hingga permukaannya mencapai tanda tera.

E.7 Pengambilan cairan rumen

Tahapan pengambilan cairan rumen:

1. menyiapkan termos yang telah diisi dengan air panas sehingga mencapai suhu 39⁰C;
2. mengambil cairan rumen dari sapi pistula (*Jika tidak ada dapat mengambil dari rumah pemotongan hewan*);
3. membuang air pada pada termos, kemudian diganti dengan cairan rumen yang diambil dari ternak, sebaiknya isi rumen diambil tanpa dilakukan pemerasan, sampai termos terisi penuh;
4. membawa termos yang berisi rumen tersebut ke laboratorium dengan segera;
5. sesampainya di lab, segera dilakukan pemberian gas CO₂.

E.8. Analisis kecernaan secara *in vitro*

Percobaan ini dilakukan berdasarkan metode Tilley dan Terry (1963) tahapannya sebagai berikut :

1. Analisis kecernaan bahan organik
 - a) tabung fermentor yang telah diisi dengan 0.5 g sampel, ditambahkan 40 ml larutan *McDougall*;
 - b) tabung dimasukkan ke dalam shaker bath dengan suhu 39°C, kemudian diisi cairan rumen 10 ml, tabung dikocok dengan dialiri CO₂ selama 30 detik, cek pH (6,5–6,9) dan kemudian ditutup dengan karet berfertilasi dan difermentasi selama 48 jam;
 - c) setelah 48 jam, buka tutup karet tabung fermentor, teteskan 2–3 tetes HgCl₂ untuk membunuh mikroba;
 - d) memasukkan tabung fermentor ke dalam centrifuge, lakukan centrifuge dengan kecepatan 5.000 rpm selama 15 menit. Substrat akan terpisah menjadi endapan di bagian bawah dan supernatant yang bening berada di bagian atas;
 - e) supernatan dibuang dan endapan hasil sentrifuge pada kecepatan 5.000 rpm selama 15 menit ditambahkan 50 ml larutan pepsin-HCl 0.2%. Campuran ini lalu diinkubasi kembali selama 48 jam tanpa tutup karet;
 - f) sisa pencernaan disaring dengan kertas saring whatman no 41 (yang sudah diketahui bobotnya) dengan bantuan pompa vacum. Endapan yang ada di kertas saring dimasukan ke dalam cawan porselen, setelah itu dimasukkan ke dalam oven 105°C selama 24 jam;
 - g) setelah 24 jam, cawan porselen+kertas saring+residu dikeluarkan, dimasukkan ke dalam eksikator dan ditimbang untuk mengetahui kadar bahan keringnya;
 - h) selanjutnya bahan dalam cawan dipijarkan atau diabukan ke dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 450-600°C, kemudian ditimbang untuk mengetahui kadar bahan organiknya;
 - i) sebagai blanko dipakai residu asal fermentasi tanpa bahan pakan.

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

2. Analisis kecernaan serat kasar

- a) tabung fermentor yang telah diisi dengan 0,5 g sampel ditambahkan 40 ml larutan *McDoughall* dan ditambahkan 10 ml cairan rumen;
- b) dalam keadaan anaerob dengan mengalirkan gas CO₂, tabung ditutup rapat;
- c) memasukkan tabung ke dalam Shaker bath dengan suhu 39°C dan diinkubasi selama 48 jam;
- d) setelah 48 jam buka tutup karet tabung fermentor teteskan 2–3 tetes HCl untuk membunuh mikroba;
- e) memasukkan tabung fermentor ke dalam centrifuge lakukan centrifuge dengan kecepatan 5000 rpm selama 15 menit substrat akan berpisah menjadi endapan di bagian bawah dan supernatant yang bening berada di atas;
- f) endapan hasil sentrifugasi ditambahkan 50 ml larutan pepsin HCL 0,2% kemudian campuran ini diinkubasi kembali selama 48 jam tanpa tutup karet;
- g) sisa sampel tidak tercerna disaring dengan kertas whatman nomor 41 dengan bantuan pompa vakum. Sisa penyaringan di oven pada suhu 105°C selama 48 jam;
- h) setelah 24 jam sampel ditimbang dan kemudian dilanjutkan analisis kecernaan serat kasar kemudian hasil analisis kecernaan serat kasar dapat dihitung dengan rumus di bawah ini.

$$KcSK (\%) = \frac{SK \text{ sampel} - (SK \text{ residu} - SK \text{ blanko})}{SK \text{ sampel}} \times 100\%$$

F. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis statistik menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA) dengan taraf nyata 5% dan atau 1% untuk mengetahui pengaruh perlakuan pada penelitian ini dan diuji lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengolahan pakan fermentasi dengan penambahan *Aspergillus niger* pada daun nanas memberikan pengaruh yang nyata ($P<0,05$) terhadap kecernaan bahan organik dan serat kasar secara *in vitro*;
2. Nilai kecernaan bahan organik terbaik pada kombinasi lama fermentasi 0 hari dengan level *Aspergillus niger* 4%. Nilai kecernaan serat kasar terbaik pada kombinasi lama fermentasi 12 hari dengan level *Aspergillus niger* 0%.

B. Saran

Adapun saran dari peneliti yaitu diperlukan kajian mengenai penggunaan kapang selain *Aspergillus niger*, yang diharapkan mampu mengoptimalkan pendegradasi serat kasar

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, N., A. N, Al-Barrii, dan S. Mulyani. 2012. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, ph, dan produksi gas pada proses fermentasi bioetanol dari whey dengan substitusi kulit nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(3):72–78.
- Budiman, A., T. Dhalika, dan B. Ayuningsih. 2006. Uji kecernaan serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (betn) dalam ransum lengkap berbasis hijauan daun pucuk tebu (*Saccharum Officanirum*). *Jurnal Ilmu Ternak*. 6(2):132–135.
- Cone, J.W. 1998. In vitro Techniques Predict Digestion Processes in The Animal. Wageningen University, The Netherlands.
- Darwis, A.A., I. Sailah, T.T. Irawadi, dan Safriani. 1995. Kajian kondisi fermentasi pada produksi selulase dan limbah kelapa sawit (tandan kosong dan sabut) oleh neurospora sitophila. *Jurnal teknologi industri pertanian*. 5(3):199–207.
- 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.
- Fathul, F. 2019. Penentuan Kualitas dan Kuantitas Zat Makanan Pakan. Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Fathul, F., Liman, N. Purwaningsih, dan S. Tantalo Ys. 2017. Pengetahuan Pakan dan Formulasi Ransum. Edisi ke–4. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Hidayat, P. 2008. Teknologi pemanfaatan serat daun nanas sebagai alternatif bahan baku tekstil. *Teknoin*. 13(2):31–35.
- Hartono, R., Y. Fenita, dan E. Sulistyowati. 2015. Uji *in vitro* kecernaan bahan kering, bahan organik dan produksi n-nh3 pada kulit buah durian (*durio zibethinus*) yang difermentasi jamur tiram putih (*pleurotus ostreatus*) dengan perbedaan waktu inkubasi. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 10(2):87–94.

- Hanum, Z. dan Y. Usman. 2011. Analisis proksimat amoniasi jerami padi dengan penambahan isi rumen. *Jurnal Agripet*. 11(1):39–44.
- Ismail, R. 2011. Pengaruh pemberian level energi terhadap kecernaan nutrien ransum sapi bali bunting 7 bulan. *Upeksa et al. Peternakan Tropika*. 4(1):196–207.
- Kurniawan, H., R. Utomo dan L.M. Yusiat. 2016. Kualitas nutrisi ampas kelapa (*cocos nuficena*) fermentasi menggunakan *Aspergillus niger*. *Buletin Peternakan*. 40(1):26–33.
- Kusuma, A. P., S. Chuzaemi, dan M. Mashudi. 2019. Pengaruh lama waktu fermentasi limbah buah nanas (*Ananas Comosus L. Merr*) terhadap kualitas fisik dan kandungan nutrien menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*. 2(1):1–9.
- Mirwandhono, E., I. Bachari, dan D. Situmorang. 2006. Uji nilai nutrisi kulit ubi kayu yang difermentasi dengan *Aspergillus niger*. *Jurnal Agribisnis Peternakan*. 2(3):91–95.
- Muna, L. M., Muhtarudin, R. Sutrisna, dan F. Fathul. 2019. Pengaruh perlakuan secara kimiawi (amoniasi) dan biologi (kapang) pada kulit kopi terhadap kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan organik (*in vitro*). *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*. 3(2):34–38.
- Munir, F. F. 2012. Kajian Fermentasi Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L.*) menggunakan *Aspergillus Spp.* terhadap Kecernaan dan Konsumsi pada Kambing Peranakan Etawah Jantan. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Murni, R., Suparjo, Ginting, dan Akmal. 2008. Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan. Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Peternakan. Universitas Jambi. Jambi.
- Nurhayati, Z. 2009. Optimalosasi Pemanfaatan Onggok Melalui Pengolahan Biologis terhadap Kecernaan Bahan Kering, Bahan Organik dan Parameter Rumen Secara In Vitro. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Palinggi, N. N., Kamaruddin, dan A. Laining. 2014. Perbaikan mutu kulit kopi melalui fermentasi untuk bahan pakan. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. 633–643.
- Pamungkas, D., A. R. Mariyono, dan T. A. Sulistya. 2013. Imbangan pakan serat dengan penguat yang berbeda dalam ransum terhadap tampilan sapi peranakan ongole jantan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Venteriner. 107–115.

- Purkan., H., D. Purnama, dan S. Sumarsih. 2013. Produksi enzim selulase dari *Aspergillus niger* menggunakan sekam padi dan ampas tebu sebagai induser. *Jurnal ilmu dasar*.16(2):95–102.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian . 2016. Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Hortikultura: Nanas. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Putra, G. W., Y. Ramona, dan M. W. Proborini. 2020. Eksplorasi dan identifikasi mikroba pada rhizosfer tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa Dutch.*) di kawasan puncasari bedugul. *Journal of Biological Sciences*. 7(2):62.
- Raguati, M. Endri, dan S. Indra. 2018. Analisa *in vitro* limbah nanas untuk pakan ternak ruminansia. Prosing Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Jambi. 674–683.
- Rizal, Y., Y. Marlida., N. Farianti dan D. P Sari. 2006. Pengaruh Fermentasi Dengan *Trichoderma viridae* terhadap Penyusutan Bahan Kering dan Kandungan Bahan Organik, Abu, Protein Kasar, Lemak Kasar dan HCN Daun Ubi Kayu Limbah Isolasi Rutin. *Stigma*.16(1).
- Sa'adah, Z., N. S. Ika dan Abdullah. 2008. Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger* Menggunakan Substrat Jerami dengan System Fermentasi Padat. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Saputro, R. 2014. Pengaruh Lama Fermentasi Dengan Media *Trametes* sp. terhadap Uji Organoleptic, Kadar Air, Lemak, dan Protein Pada Limbah Daun Nenas di Lampung Tengah. Skripsi. Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Simanhuruk, K. dan J. Sirait. 2010. Silase kulit buah kopi sebagai pakan dasar pada kambing kambing boerka sedang tumbuh. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 557–566.
- Sukarti, E., B. Sulistiyanto,dan S. Mukodiningsih. 2012. Kualitas serat limbah pertanian dan hasil samping pertanian yang difermentasi dengan *Aspergilus niger* pada aras dan lama pemeraman yang berbeda.*Animal Agriculture journal*. 1(2):77–85.
- Suparwi., I. Irawan, dan S. Utami. 2012. Kecernaan bahan organik dan kadar amonia onggok yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* secara *In Vitro*. Prosiding Seminar Nasional. 226–231.

- Surono., A.Y. Hadiyanto, dan M. Christiya. 2006. Penambahan Bioaktivator pada Complate Feed dengan Pakan Basal Rumput Gajah terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Secara *in vitro*. Fakultas Peternakan dan Pertanian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Styawati, N, E. 2013. Pengaruh Lama Fermentasi *Trametes* sp. terhadap Kadar Bahan Kering, Kadar Abu, dan Kadar Serat Kasar Daun Nenas Varietas Smooth Cayenne. Skripsi. Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Tampoebolon, B. I. M., B. W. H. E. Prasetyono, dan S. Mukodiningsih. 2019. The effect of fermentation with different times of corn husk which has obtained ammoniation treatment in the production of VFA-NH3 by *in vitro* digestibility. Dalam : IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing Lth., England. 247top(1): 012073.
- Tampoebolon, B. I. M. 2009. Kajian perbedaan aras dan lama pemeraman fermentasi ampas sagu dengan *Aspergillus niger* terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar. Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan. 235–243.
- Tilley , J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. *J. Grassland Soc.* 18:104.
- Toha, M. D., Darlis dan A. Latief. 1998. Konversi pod coklat oleh kapang *aspergillus niger* untuk produksi pakan ternak. *Jurnal ilmiah ilmu peternakan*. Universitas Jambi. 1(2):1–5.
- Wibowo, A. H. 2010. Pendugaan Kandungan Nutrien Dedak Padi Berdasarkan Karakteristik Sifat Fisik. Thesis. Sekolah Pascasarjana, Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wina, E. 2005. Teknologi pemanfaatan mikroorganisme dalam pakan untuk meningkatkan produktivitas ternak ruminansia di Indonesia. *Wartazoa*.15(4):173–186.