

**KAJIAN BAHAN BIOAKTIVATOR LIMBAH BUAH  
MENGKUDU DALAM PUPUK ORGANIK CAIR  
TERHADAP PRODUKSI RUMPUT GAJAH MINI  
(*Pennisetum purpureum* cv. Mott)  
SEBAGAI PAKAN KAMBING**

***STUDY OF NONI FRUIT WASTE BIOACTIVATOR MATERIAL IN  
LIQUID ORGANIC FERTILIZER ON THE PRODUCTION OF DWARF  
ELEPHANT GRASS (*Pennisetum purpureum* cv. Mott)  
AS GOAT FEEDING***

**RAHMAWATI SEMAUN**



**PROGRAM DOKTOR ILMU PERTANIAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**KAJIAN BAHAN BIOAKTIVATOR LIMBAH BUAH  
MENGKUDU DALAM PUPUK ORGANIK CAIR  
TERHADAP PRODUKSI RUMPUT GAJAH MINI  
(*Pennisetum purpureum cv. Mott*)  
SEBAGAI PAKAN KAMBING**

**Disertasi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk mencapai Gelar Doktor**

**Program Studi Ilmu Pertanian**

**disusun dan diajukan oleh**

**RAHMAWATI SEMAUN**

**Kepada**

**PROGRAM DOKTOR ILMU PERTANIAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN DISERTASI**

**KAJIAN BAHAN BIOAKTIVATOR LIMBAH BUAH MENGGUDU  
DALAM PUPUK ORGANIK CAIR TERHADAP PRODUKSI RUMPUT  
GAJAH MINI (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) SEBAGAI  
PAKAN KAMBING**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**RAHMAWATI SEMAUN  
P0100316414**

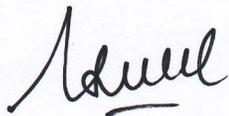
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Doktor Program Studi Ilmu Pertanian  
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 25 Agustus 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

**Menyetujui,  
Promotor,**



**Prof. Dr. Ir. Syamsuddin Hasan, M.Sc.**  
NIP. 195209231979031002

**Co. Promotor**



**Prof. Dr. Ir. Asmuddin Natsir, M.Sc.**  
NIP. 195909171985031003

**Co. Promotor**



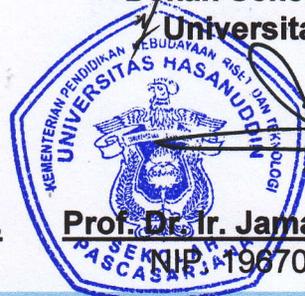
**Dr. A. Mujinisa, S.Pt., M.P.**  
NIP. 197303271997022001

** Ketua Program Studi  
Ilmu Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Darmawan Salman, M.S.**  
NIP. 196306061988031004

**Dekan Sekolah Pascasarjana  
Universitas Hasanuddin**



**Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**  
NIP. 196703081990031001

**PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI**

Yang yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmawati Semaun  
Nomor mahasiwa : P0100316414  
Program studi : Ilmu Pertanian

menyatakan bahwa disertasi saya adalah benar merupakan hasil karya sendiri yang saya buat didasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan dan dukungan teori yang merujuk pada berbagai literatur. Saya bersedia menerima sanksi, apabila dikemudian hari ada yang membuktikan bahwa tulisan ini merupakan hasil pemikiran orang lain.

Makassar, 25 Agustus 2021

Yang menyatakan,



Rahmawati Semaun

## PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT berkat segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penyusunan dan penulisan proposal penelitian ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada yang terhormat :

Bapak Prof. Dr. Ir. Syamsuddin Hasan, M.Sc selaku Promotor, Bapak Prof. Dr.Ir.Asmuddin Natsir, M.Sc., selaku Ko-promotor dan Ibu Dr. A. Mujnisa, S.Pt. M.P., selaku Ko-promotor atas ketulusan hati telah memberikan ilmu dan meluangkan waktu dalam bentuk arahan, bimbingan, motivasi dan perhatian dalam perancangan, perencanaan dan penyelesaian proposal penelitian ini. Begitupula, kepada tim penguji Prof.Dr.Ir.Ismartoyo, M.Agr.S, Prof Dr.Ir. Budiman Nohong, M.S, Dr.Ir, Syamsuddin Nompo, M.P., Dr.Ir. Syahriani, M.Si. serta penguji eksternal Dr. Andi Suarda, M.Si., penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala kapasitas keilmuan untuk kesempurnaan disertasi ini. Demikian pula, mengucapkan banyak terima kasih kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Parepare yang telah berkenan memberikan izin kepada penulis untuk melanjutkan studi. Kepada Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Sekolah Pascasarjana dan jajarannya, Ketua Program Studi S3 Ilmu Pertanian, yang telah memfasilitasi penulis mulai dari awal perkuliahan hingga studi ini berakhir, baik dalam proses perkuliahan maupun penelitian di laboratorium maupun lapangan. Kepada pihak LPDP

selaku pemberi beasiswa BUDI-DN, penulis banyak mengucapkan terima kasih atas segala biaya perkuliahan, penelitian, seminar maupun publikasi dan kerja sama yang baik dalam mendukung penulis secara total dalam menempuh pendidikan hingga penyelesaian studi.

Disertasi ini ditulis berdasarkan serangkaian penelitian yang dilakukan dengan berbagai macam analisis di laboratorium maupun uji di lapangan, olehnya itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Ahmad Yani, laboran di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian, ibu Anti dan Anto laboran di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah atas bantuan dalam isolasi mikroba dan analisis unsur hara, Bapak Syahrul laboran di Laboratorium Kimia dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan atas segala bantuan dalam analisis kualitas pakan dan analisis kimia lainnya, para mahasiswa Fakultas Peternakan atas segala bantuannya selama penelitian di lapangan serta Wawan (alumni agroteknologi UNHAS) atas bantuannya dalam analisis data.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman seperjuangan dan seangkatan di Program Studi Ilmu pertanian 2016 atas segala, kerjasama, dukungan dan kekompakan untuk saling support dan saling mendukung mulai dari hari pertama perkuliahan hingga sampai menjadi alumni. Kita semua tidak secara kebetulan dipersatukan dalam bingkai ilmu pengetahuan kecuali ada kebaikan dan rahmat Allah SWT.

Semoga Allah merahmati kebahagiaan kepada keluarga besarku, orangtuaku yang terhormat dan tercinta Ayahanda Alm. Drs. H. Semaun

Samad dan Ibunda Almh. Hj. Husnat Darabe, BA, atas segala doa, cinta, kasih sayang dan pengorbanannya yang tanpa batas. Teruntuk Suamiku tercinta Abdul Mannan, S.Pd., M.Pd dan Anandaku Muhammad Farhan Ramadhan terima kasih atas segala cinta yang luar biasa, kasih sayang, dukungan, kesabaran dan pengorbanan kepada penulis. Kepada Bapak Mertuaku Alm. Drs. Muhammad Yamin, S.Pd, Ibu Mertuaku Hj. Rahmi, S.Pd, atas segala cinta, kasih sayang, motivasi dan pengorbanan yang tak terhingga kepada penulis. Ketiga saudaraku sekeluarga, Dr. Syahriyah Semaun, SE, Najemiyah Semaun, S.S dan Alm. Syahrudin Semaun, SE, sekeluarga kakak ipar Nasriah Yamin, S.Tr.Ft, Adik Ipar Qaharuddin Yamin, S.Pd dan Ahmad Yamin, S.Si dan serta keluarga besar penulis yang telah mengiringi perjalanan hidup penulis. Kepada rekan kerja dan sahabat terbaik, Ibu Dr. Nurhapsa, S.P., M.Si, selaku Dekan Fapetrik UM Parepare, kakanda Dr. Sukmawati, S.P., M.P, Dr. Iradhatullah Rahim, S.P., M.P dan dinda Juliawati Rauf, S.Pt., M.Si atas segala bantuan, motivasi dan dukungannya. Terakhir yang sempat saya sebutkan Bapak Bursal, Bapak Bahrnun Nur, S.Pt, dinda Faisal, S.Pt, M.Si dan Ta'al. S.Pt yang banyak membantu dalam proses penelitian penulis.

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran dan kritikan sangat dibutuhkan demi perbaikan penelitian yang akan dilakukan selanjutnya. Terima Kasih.

Makassar, Agustus 2021

Penulis

## ABSTRAK

**RAHMAWATI SEMAUN.** Kajian Bahan Bioaktivator Limbah Buah Mengkudu dalam Pupuk Organik Cair terhadap Produksi Rumput Gajah Mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) Sebagai Pakan Kambing (Dibimbing oleh **Syamsuddin Hasan, Asmuddin Natsir dan A. Mujnisa**).

Penelitian ini bertujuan mengkaji potensi bioaktivator limbah buah mengkudu untuk produksi pupuk organik cair untuk meningkatkan produksi rumput gajah mini sebagai pakan ternak kambing.

Penelitian dibagi empat tahap: 1) Isolasi, karaterisasi dan identifikasi bakteri; 2) Pembuatan pupuk organik cair dengan penambahan isolat bakteri yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu; 3) produktivitas dan kualitas rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) dengan pemberian pupuk organik cair; 4) produktivitas, karakteristik fermentasi rumen dan urea plasma darah kambing yang diberi rumput gajah mini. Analisis ragam dilakukan menggunakan program SPSS23.

Penelitian ini menemukan *Bacillus paranthracis* dan *Bacillus subtilis* sebagai bakteri yang unggul dalam pelarutan fosfat (9.4 ppm; 8.8 ppm) dan penambat nitrogen (56.6 ppm; 68.0 ppm). Pupuk organik cair yang ditambahkan *Bacillus paranthracis* (B2) memiliki kandungan nitrogen yang tertinggi 0.7%, sedangkan penambahan *Bacillus subtilis* (B1) memiliki kandungan fosfat tertinggi 0.46% dan kalium tertinggi yaitu 2.54%. Pupuk organik cair yang ditambahkan *Bacillus paranthracis* dan *Bacillus subtilis* (P3c) pada dosis 22,5 cc/liter air memberikan hasil terbaik produktivitas rumput gajah mini. Pertambahan berat badan, konsumsi dan konversi pakan tertinggi pada P0 yaitu 0,081 kg/ekor/hari, 0,35 kg/ekor/hr dan 4,43 kg/ekor/hari. Karakteristik fermentasi rumen pH pada 0 jam antara pemberian pakan tanpa pemupukan (P0) dengan pemupukan (P1) yaitu 7.47 dan 7.12, NH<sub>3</sub> yaitu 7.83mM dan 6.28 mM dan VFA yaitu 56.93 dan 49.50 mM, sedangkan 4 jam yaitu 7.04 dan 7.22, NH<sub>3</sub> yaitu 4.33 mM dan 5.95 mM dan VFA yaitu 54.45mM dan 56.93 mM. Urea plasma darah 0 jam yaitu 82.00 mg/dl dan 78.00 dan 4 jam yaitu 71.60mg/dl dan 74.80 mg/dl. Jadi pupuk organik cair yang ditambahkan isolat bakteri yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu dapat meningkatkan produktivitas rumput gajah mini sebagai pakan ternak secara berkelanjutan.

Kata kunci: Bioaktivator, limbah buah mengkudu, pupuk organik cair, rumput gajah mini, ternak kambing

 <b>GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS</b>	
Abstrak ini telah diperiksa.	Paraf Ketua / Sekretaris,
Tanggal: <u>18.3.2021</u>	

## ABSTRACT

**RAHMAWATI SEMAUN.** Study of Noni Fruit Waste Bioactivator Material in Liquid Organic Fertilizer on the Production of Dwarf Elephant Grass (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) as Goat Feeding (Guided by Syamsuddin Hasan, Asmuddin Natsir dan A. Mujnisa).

This study aims to examine the potential of noni fruit waste bioactivator for the production of liquid organic fertilizer to increase the production of dwarf elephant grass as goat food.

The research was divided into four stages: 1) Isolation, characterization and identification of bacteria; 2) Manufacture of liquid organic fertilizer with the addition of bacterial isolates from noni fruit waste bioactivator; 3) productivity and quality of dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) with liquid organic fertilizer application; 4) productivity, rumen fermentation characteristics and blood plasma urea of goats fed with dwarf elephant grass. Analysis of variance was performed using the SPSS23 program.

This study found *Bacillus paranthracis* and *Bacillus subtilis* as bacteria that excel in phosphate solubilization (9.4 ppm; 8.8 ppm) and nitrogen fixation (56.6 ppm; 68.0 ppm). The liquid organic fertilizer added with *Bacillus paranthracis* (B2) had the highest nitrogen content of 0.7%, while the addition of *Bacillus subtilis* (B1) had the highest phosphate content of 0.46% and the highest potassium content of 2.54%. Liquid organic fertilizer added with *Bacillus paranthracis* and *Bacillus subtilis* (P3c) at a dose of 22.5 cc/liter of water gave the best results for dwarf elephant grass productivity. The highest weight gain, consumption and food conversion at P0 were 0.081 kg/head/day, 0.35 kg/head/day and 4.43 kg/head/day. The characteristics of rumen fermentation pH at 0 hours between feeding without fertilization (P0) and fertilization (P1) was 7.47 and 7.12, NH<sub>3</sub> was 7.83 mM and 6.28 mM and VFA was 56.93 and 49.50 mM, while at 4 hours was 7.04 and 7.22, NH<sub>3</sub> was 4.33 mM and 5.95 mM and the VFA was 54.45mM and 56.93 mM. Blood plasma urea at 0 hours was 82.00 mg/dl and 78.00 and at 4 hours was 71.60 mg/dl and 74.80 mg/dl. So liquid organic fertilizer added with bacterial isolates from noni fruit waste bioactivator can increase the productivity of dwarf elephant grass as animal food in a sustainable manner.

Keywords: Bioactivator, noni fruit waste, liquid organic fertilizer, dwarf elephant grass, goat livestock.

 <b>GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS</b>	
Abstrak ini telah diperiksa.	Paraf Ketua / Sekretaris,
Tanggal: <u>20.9.2021</u>	

## DAFTAR ISI

PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL LAMPIRAN .....	xvi
DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah Penelitian .....	6
C. Tujuan Penelitian .....	8
D. Manfaat Penelitian .....	9
E. Kebaruan Penelitian (Novelty) .....	9
F. Ruang Lingkup Penelitian .....	10
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	12
A. Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> L) .....	12
B. Rumput Gajah Mini ( <i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott) .....	14
C. Fermentasi .....	17
D. Pupuk organik cair .....	17
E. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Produksi Hijauan .....	20
F. Bioaktivator .....	22
G. Ternak Kambing .....	24
H. Karakteristik Fermentasi Rumen .....	27
I. Bakteri Pelarut Fosfat dan Fiksasi N .....	32
J. Urea Plasma Darah .....	35
K. Kerangka Pikir .....	37
L. Hipotesis .....	38

BAB III. ISOLASI KARAKTERISASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI.....	39
A. Metode Penelitian .....	39
B. Hasil dan Pembahasan .....	45
BAB IV. PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN PENAMBAHAN ISOLAT BAKTERI YANG ERASAL DARI BIOAKTIVATOR LIMBAH BUAH MENGGKUDU .....	57
A. Metode Penelitian .....	57
B. Hasil dan Pembahasan.....	59
BAB V. PRODUKTIVITAS DAN KUALITAS RUMPUT GAJAH MINI ( <i>Pennisetum purpureum cv. Mott</i> ) DENGAN PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN PENAMABAHAN ISOLAT BAKTERI YANG BERASAL DARI BIOAKTVATOR LIMBAH BUAH MENGGKUDU .....	68
A. Metode Penelitian .....	68
B. Hasil dan Pembahasan .....	72
BAB VI. PRODUKTIVITAS, KARAKTERISTIK Produktivitas, FERMENTASI RUMEN DAN UREA PLASMA DARAH KAMBING YANG DIERI RUMPUT GAJAH MINI ( <i>Pennisetum purpureum cv. Mott</i> ).....	111
A. Metode Penelitian .....	111
B. Hasil dan Pembahasan.....	117
BAB VIII. PENUTUP .....	136
A. Kesimpulan .....	136
B. Saran .....	137
DAFTAR PUSTAKA.....	138
LAMPIRAN.....	153

## DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Uji Hemolisis pada Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut ffat dari Limbah Buah Mengkudu .....	49
2.	Nucleic Acid (Genomic DNA) Quantifivation (Nanodrop) [Hasil analisis Genetika Lab, 2019] .....	50
3.	Top Hit Blast Result Against NCBI Database, Excluding Uncultured Sample Sequences [ Hasil analisis, Genetika Lab, 2019] .....	50
4.	Rata-rata Indeks Luas Daun Rumput Gajah Mini ( <i>Pennisetum purpureum</i> cv. Moot) pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair. ....	73
5.	Rata-rata Produksi Bahan Kering Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair. ....	76
6.	Rata-rata Kandungan Protein Kasar Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair .....	79
7.	Rata-rata Kandungan Serat Kasar Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair .....	81
8.	Rata-rata Kandungan Lemak Kasar Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair .....	82
9.	Rata-rata Kandungan BETN Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.....	83
10.	Rata-rata Kandungan Ca Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair .....	85
11.	Rata-rata Kandungan P Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair .....	86
12.	Rata-rata Kandungan ADF Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair .....	87
13.	Rata-rata kandungan NDF Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair .....	88

14. Rata-rata Kandungan Selulosa Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.....	89
15. Rata-rata Kandungan Hemiselulosa Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair .....	90
16. Rata-rata Kandungan Lignin Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair .....	91
17. Rata-rata Pertambahan Berat Badan Kambing, Konsumsi Bahan Kering Pakan dan Konversi Pakan yang diberi pakan Rumput Gajah Mini .....	118
18. Karakterisasi Fermentasi Rumen ternak kambing (pH, NH <sub>3</sub> dan VFA) dan Urea Plasma Darah yang diberi pakan Rumput Gajah Mini.....	119
19. Karakterisasi Fermentasi Rumen Ternak Kambing yang diberi Pakan tanpa pupuk (P0) dan Pakan sebelum pemberian pakan (0 jam) dan setelah pemberian pakan (4 jam).....	120
20. Karakterisasi Fermentasi Rumen (pH, NH <sub>3</sub> dan VFA) dan Urea Plasma Darah) pada pakan yang dipupuk (P1) sebelum pemberian pakan (0 jam) dan setelah pemberian pakan (4 jam).....	120

## DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Tahapan Penelitian	11
2.	Buah Mengkudu.	13
3.	Rumput gajah Mini ( <i>Pennisetum purpureum cv. Mott</i> )	15
4.	Kerangka Pikir	37
5.	Kurva standar titrisol (PO <sub>4</sub> )	42
6.	Koloni tunggal bakteri yang berhasil diisolasi dari limbah buah mengkudu	45
7.	Karakteristik isolat yang berhasil diisolasi dan dimurnikan dari buah mengkudu	46
8.	Kemampuan melarutkan fosfat isolat bakteri berdasarkan konsentrasi disolusi fosfat	47
9.	Kemampuan fiksasi nitrogen isolat bakteri berdasarkan kadar nitrogen yang dihasilkan	48
10.	Pertumbuhan dan pembedakan zona bening isolate bakteri pada media <i>blood agar plate</i>	49
11.	Kandungan Nitrogen pupuk organik cair yang diberi perlakuan masing-masing: B0 = Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g; B1 = Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g + Bakteri A (10 <sup>8</sup> cfu/ml); B2 = Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g + Bakteri B (10 <sup>8</sup> cfu/ml); B3 = Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g + Bakteri A dan B (10 <sup>8</sup> cfu/ml).	60
12.	Kandungan Fosfat pupuk organik cair yang diberi perlakuan masing-masing: B0 = Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g; B1 = Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g + Bakteri A (10 <sup>8</sup> cfu/ml); B2 = Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g + Bakteri B (10 <sup>8</sup> cfu/ml); B3 = Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g + Bakteri A dan B (10 <sup>8</sup> cfu/ml).	61
13.	Kandungan Kalium pupuk organik cair yang diberi perlakuan masing-masing: B0 = Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g; B1 = Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g + Bakteri A (10 <sup>8</sup> cfu/ml); B2 =	

- Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g + Bakteri B ( $10^8$  cfu/ml); B3 =  
Urin sapi (2 l) + Mengkudu 80 g + Bakteri A dan B ( $10^8$ cfu/ml). 62
14. Rata-rata indeks luas daun yang dihasilkan oleh penambahan  
Bakteri *Bacillus subtilis* (P1) pada berbagai dosis berdasarkan  
analisis orthogonal polynomial secara kuadratik 74
15. Rata-rata indeks luas daun yang dihasilkan oleh penambahan  
*Bacillus subtilis* dan *Bacillus paranthracis* (P3) pada berbagai  
dosis berdasarkan analisis orthogonal polynomial secara linier 74
16. Rata-rata produksi bahan kering tanaman pada perlakuan  
dosis bakteri *Bacillus subtilis* (P1) berdasarkan analisis  
orthogonal polynomial secara linier 77
17. Rata-rata produksi bahan kering tanaman pada perlakuan dosis  
bakteri *Bacillus paranthracis* (P2) berdasarkan analisis  
orthogonal polynomial secara linier 77
18. Rata-rata produksi bahan kering tanaman pada perlakuan dosis  
bakteri bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus paranthracis* (P3)  
berdasarkan analisis orthogonal polynomial secara linier 78
19. Rata-rata kandungan protein kasar pada perlakuan dosis  
bakteri *Bacillus subtilis* (P1) berdasarkan analisis orthogonal  
polynomial secara kuadratik dengan terhadap rata-rata protein  
kasar. 80

## DAFTAR TABEL LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Rata-rata Indeks Luas Daun Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair	153
2.	Anova Rata-rata Indeks Luas Daun Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair	153
3.	Rata-rata Produksi Bahan Kering (g) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair	154
4.	Anova Kandungan Produksi Bahan Kering (g) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair	154
5.	Rata-rata Kandungan Protein Kasar (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	155
6.	Anova Kandungan Protein Kasar (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	155
7.	Rata-rata Kandunga Serat Kasar (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	156
8.	Anova Kandungan Serat Kasar (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	156
9.	Rata-rata Kandungan Lemak Kasar Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	157
10.	Anova Kandungan Lemak Kasar (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	157
11.	Rata-rata Kandungan BETN (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	158
12.	Anova Kandungan BETN (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	158
13.	Rata-rata Kandungan Ca (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	159

14. Anova Kandungan Ca (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	159
15. Rata-rata Kandungan P (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	160
16. Anova Kandungan P (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	160
17. Rata-rata Kandungan ADF (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	161
18. Anova Kandungan ADF (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	161
19. Rata-rata Kandungan NDF (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	162
20. Anova Kandungan NDF (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	162
21. Rata-rata Kandungan Selulosa (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	163
22. Anova Kandungan Selulosa (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	163
23. Rata-rata Kandungan Hemiselulosa (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	164
24. Anova Kandungan Hemiselulosa (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	164
25. Rata-rata Kandungan Lignin (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	165
26. Anova Kandungan Lignin (%) Rumput Gajah Mini pada Berbagai Perlakuan Pupuk organik cair.	165
27. Analisis uji T Pertambahan Berat Badan Kambing (kg/ek/minggu)	166
28. Analisis uji T Komsumsi Pakan Bahan Kering Kambing (kg/ek/hari)	167
29. Lampiran Analisis uji T Konversi Pakan Kambing (kg/ek/hari)	168

30. Lampiran Analisis uji T Karakterisasi Fermentasi Rumen (pH, NH <sub>3</sub> dan VFA) dan Urea Plasma Darah	169
31. Lampiran Analisis uji T Karakterisasi Fermentasi Rumen (pH, NH <sub>3</sub> dan VFA) dan Urea Plasma Darah.	170
32. Kepadatan Populasi Bakteri 10 <sup>8</sup> cpu/mm	171

**DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN**

No.	Teks	Halaman
1.	Isolasi bakteri dari buah mengkudu	172
2.	Proses pemurnian isolate bakteri dari mengkudu	172
3.	Proses agitasi saat fermentasi untuk fiksasi nitrogen bebas	172
4.	Proses pengujian fosfat isolat bakteri	173
5.	Media blood agar	173
6.	Proses fermentasi pupuk organik cair	173
7.	Area penelitian dan pengukuran leaf area	174
8.	Penimbangan berat segar rumput gajah mini	174
9.	Pemberian pakan dan penimbangan berat badan kambing	175
10.	Pengambilan Cairan Isi Rumen Kambing	175

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Pupuk organik yaitu menghasilkan produksi yang sehat dan berkesinambungan yang tidak merusak ekosistem alami, tanpa menggunakan pupuk kimia. Mempertimbangkan aspek kesehatan dan kelestarian alam menjadikan pupuk organik sebagai salah satu alternatif pertanian yang berkelanjutan. Salah satu pola pendekatan yang saat ini dikembangkan adalah pengelolaan hara terpadu dengan menerapkan pemupukan organik yang mencakup pemanfaatan pupuk organik. Penggunaan pupuk organik pada saat ini makin dirasakan penting untuk mengembalikan produktivitas lahan yang kian menurun. Pemberian pupuk organik berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah, sehingga aerasi udara dan pergerakan air lancar, dengan demikian dapat menambah daya serap air dalam tanah dan mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Widawati *et al*, 2002). Pupuk organik merupakan mikroba hidup yang diberikan ke dalam pupuk organik sebagai inokulan untuk membantu tanaman menyediakan unsur hara tertentu bagi pertumbuhannya. Jenis pupuk tersebut sering juga disebut sebagai pupuk mikroba (Simanungkalit 2001).

Pupuk kimia dampaknya dapat berbahaya jika digunakan secara terus menerus. Menurut Gunadi, (2006) dan Surya *et al* ( 2017), bahwa dampak negatif pupuk kimia, adalah dapat mengakibatkan pengerasan lapisan tanah dan berakibat adanya efek rekat (*glueing effects*) dari senyawa urea, terutama dari pupuk yang mengandung Nitrogen. Pemakaian pupuk urea yang berlebihan menyebabkan terjadinya pemadatan tanah, sehingga menyebabkan infiltrasi menurun (Olness & Archer, 2005). Dampak lain berupa pencemaran air, tanah dan hasil pertanian, gangguan kesehatan petani, menurunnya keanekaragaman hayati (Atmojo, 2006). Terjadinya degradasi lahan dan pencemaran lingkungan. Salah satu solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan penggunaan pupuk organik (Leonanda & Zolanda, 2018; Putra *et al.*, 2021).

Kelebihan pupuk organik dibandingkan pupuk buatan (pupuk kimia) yaitu mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Sutedjo dan Kartasapoetra, 2008 ). Pemberian pupuk organik berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah, sehingga aerasi udara dan pergerakan air lancar, dengan demikian dapat menambah daya serap air dalam tanah dan mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Pemberian pupuk organik dapat memberikan beberapa keuntungan, seperti struktur tanah yang lebih baik untuk pertumbuhan tanaman, meningkatkan hara tersedia bagi tanaman, dan meningkatkan populasi dan aktivitas mikroba tanah (Widawati *et al.*, 2002).

Pemberian pupuk organik cair lebih memudahkan dalam proses pemupukan yaitu mulai melalui daun sampai ke dalam tanah yang memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik, sehingga dapat mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil daun (Hanolo 1997).

Limbah perternakan merupakan salah satu jenis bahan organik yang dapat dimanfaatkan untuk pupuk organik, yang dibedakan menjadi dua yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat (feses) dimanfaatkan menjadi pupuk kompos dan limbah cair seperti urin sapi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair. Urin sapi mengandung zat perangsang tumbuh yang dapat digunakan sebagai pengatur tumbuh diantaranya IAA. Lebih lanjut dijelaskan bahwa urin sapi juga memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman. Karena baunya yang khas, urin sapi juga dapat mencegah datangnya berbagai hama tanaman, sehingga urin sapi juga dapat berfungsi sebagai pengendalian hama tanaman serangga. Menurut (Hendriyatno et al., 2019) kandungan hara pada urin sapi adalah N 1,00%, P 0,50% dan K 1,50%. Pupuk organik cair merupakan hasil dekomposisi atau proses perombakan bahan-bahan organik. Proses ini merombak senyawa yang kompleks menjadi senyawa yang sederhana dengan bantuan mikroorganisme (Leonanda & Zolanda, 2018; Putra et al., 2021).

Perombakan bahan organik dalam pembuatan pupuk organik cair membutuhkan bioaktivator. Bioaktivator adalah bahan aktif yang

mengandung mikroorganisme, salah satunya adalah buah mengkudu. Mengkudu (*Morinda citrifolia*) merupakan tanaman yang banyak tumbuh di daerah tropis. Mengkudu selama ini tidak dianggap sebagai komoditas yang perlu dibudidayakan, bahkan di Indonesia, tanaman ini hanya diabaikan dan dianggap sebagai limbah. Padahal data BPS menunjukkan pada tahun 2018 terdapat 5.741.585 tanaman mengkudu di Indonesia dengan produksi 2.543.990 buah (BPS, 2018). Buah mengkudu mengandung banyak mineral yaitu nitrogen (N) 5.0%, Fosfor (P) 0,25%, Kalium (K) 2,5%, magnesium (Mg) 0,3%, seng 125 ppm, besi (Fe) 1722 ppm, tembaga 3317 ppm, mangan 46 ppm, dan kalsium (Ca) 3,0 ppm (Mathivanan and Surendiran, 2007; Brown, 2012).

Limbah buah mengkudu sebagai bioaktivator mengandung mikroorganisme aktif yang dapat membantu proses fermentasi seperti bakteri *Sphingomonas*, *Pseudomonas*, *Halomonas*, dan *Geobacillus* (Yang *et al.*, 2015; Sogandi & Nilasari, 2019). Bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus polymixa* dapat mengeluarkan enzim serta hormon yang berguna untuk memacu pertumbuhan tanaman (Vessey, 2003). Selain itu dapat mengeluarkan antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan mikroba yang bersifat patogenik (mikroba penyebab penyakit). *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri yang mampu menfiksasi nitrogen (Craigie, 2011; Backer *et al.*, 2018) dan mendegradasi lignin (Wang *et al.*, 2016), pendegradasi selulosa (Anindyawati, 2010). Sedangkan *Bacillus* efektif dalam melarutkan fosfat (Kalayu, 2019; Prakash

& Arora, 2019) sebagai bakteri PGPR (Vessey, 2003), dan mampu mengikat N (Thakuria *et al.*, 2004). Dengan demikian, bakteri ini dapat ditambahkan sebagai bahan aktif untuk pembuatan pupuk organik cair.

Penelitian Semaun *et al.*, (2018) menunjukkan pupuk organik cair dengan penambahan bioaktivator alami buah mengkudu yang difermentasi selama 7 hari, memiliki kandungan unsur hara yang lebih baik dari limbah buah nenas, limbah tomat, dan kulit pisang kepok . Pupuk organik cair ini mengandung N 1,84%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2,29%, K<sub>2</sub>O 2,5%, dan pH 5,04. Pupuk organik cair ini diperkaya dengan adanya urin sapi.

Penelitian (Kurniadinata, 2007) menunjukkan pupuk organik cair dari urin sapi harus melalui proses fermentasi terlebih dahulu selama sekitar 7 hari. Indikator pupuk organik cair yang berhasil terlihat dari warnanya yang kehitaman dan bau yang tidak menyengat. Pupuk organik cair tersebut dapat diaplikasikan untuk meningkatkan produksi hijauan.

Hijauan merupakan sumber makanan utama pada ternak ruminansia untuk dapat bertahan hidup, berproduksi, dan berkembang biak. Ketersediaan hijauan yang cukup dan kontinyu akan mendukung produksi ternak yang tinggi. Sumber utama hijauan adalah berasal dari rumput. Salah satu rumput yang memiliki tingkat produksi yang tinggi dan dapat mencukupi kebutuhan pakan ternak yaitu rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum cv. Mott*). Rumput gajah mini merupakan salah satu jenis hijauan pakan ternak yang berkualitas dengan palatabilitas tinggi. Rumput ini merupakan salah satu rumput unggul yang mempunyai

produksi yang cukup tinggi. Selain menghasilkan banyak anakan, mempunyai akar kuat, batang yang tidak keras, juga mempunyai ruas daun yang banyak serta struktur daun yang muda sehingga sangat disukai ternak (Lasamadi *et al.*, 2017). Produksi rumput gajah mini dapat ditingkatkan dengan cara pemupukan. Pemupukan dengan pemberian pupuk organik cair dilakukan untuk memenuhi unsur hara tanaman guna meningkatkan produksi hijauan.

Pemupukan dengan pupuk organik cair dapat memenuhi kebutuhan nutrisi pada tanaman antara lain unsur hara makro (N, P, K, S, Ca, Mg) dan mikro (B, Mo, Cu, Fe, Mn). Pemupukan ini dapat disiramkan pada tanah dan dapat pula digunakan langsung dengan cara disemprotkan pada daun atau batang tanaman (Hadisuwito, 2012).

Sehubungan dengan hal tersebut, dilakukan penelitian mengenai bioaktivator alami dari limbah buah mengkudu dalam pupuk organik cair terhadap produksi rumput gajah mini sebagai pakan ruminansia. Oleh karena itu, penelitian ini penting sebagai upaya perbaikan sifat tanah melalui pemanfaatan limbah pertanian secara efisien dan terjangkau dalam meningkatkan produktivitas hijauan.

## **B. Rumusan Masalah Penelitian**

Selama ini pemanfaatan limbah buah mengkudu kurang maksimal, dengan melihat banyaknya kandungan yang terdapat dalam limbah buah mengkudu seharusnya dapat dimanfaatkan secara maksimal, terutama dalam bidang pertanian sebagai pupuk. Namun karena keterbatasan

kemampuan mengolah dan memanfaatkannya, limbah buah mengkudu dibiarkan begitu saja hingga berjatuh dan membusuk dan menimbulkan bau yang menyengat, padahal memiliki kandungan organik yang bisa digunakan sebagai unsur hara dan mikroba yang dibutuhkan pada tanaman.

Pemanfaatan bioaktivator limbah buah mengkudu dapat digunakan sebagai pupuk hayati atau biofertilizer yang membantu dalam mendegradasi unsur hara sehingga dapat diserap oleh tanaman. Pemanfaatan limbah buah mengkudu dalam pembuatan pupuk organik cair, di uji cobakan pada rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum cv. Mott*) guna meningkatkan produksi dan kualitas hijauan, sehingga pada saat di aplikasikan ke ternak kambing bisa meningkatkan produktivitasnya dan menjadi salah satu acuan pengembangan usaha peternakan terkhusus pada sistem penggemukan ternak potong yang bernilai ekonomis dan terpenting berkelanjutan dalam hal ketersediaan hijauan. Berdasarkan uraian tersebut, dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana potensi limbah buah mengkudu sebagai bioaktivator dalam pupuk organik cair?
2. Bagaimana kandungan unsur hara pupuk organik cair dengan penambahan isolat bakteri yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu?

3. Bagaimana pengaruh pupuk organik cair dengan penambahan isolat bakteri yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu terhadap produktivitas dan kualitas rumput gajah mini?
4. Bagaimana produktivitas, karakteristik fermentasi rumen dan urea plasma darah ternak kambing dengan pemberian rumput gajah mini yang diberi pupuk organik cair dengan penambahan isolat bakteri yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu?

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengisolasi dan menyeleksi isolat bakteri yang berfungsi sebagai bioaktivator yang berasal dari limbah mengkudu dan memiliki kemampuan dalam melarutkan P dan Fiksasi N
2. Mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam pupuk organik cair terhadap produktivitas dan kualitas rumput gajah mini
3. Mengetahui kemampuan pupuk organik cair dengan penambahan isolat bakteri yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu pada dosis yang berbeda dalam pemacuan pertumbuhan tanaman untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum cv. Mott*).
4. Mengetahui produktivitas, karakteristik fermentasi rumen dan urea plasma darah ternak kambing yang diberi rumput gajah mini yang diberi pupuk organik cair dengan penambahan isolat bakteri yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

Mendapatkan isolat bakteri yang berasal dari limbah mengkudu yang berfungsi sebagai bioaktivator dalam pembuatan pupuk organik cair untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas rumput gajah mini serta produktivitas, karakteristik fermentasi rumen dan urea plasma darah ternak kambing . Selain itu sebagai sumber informasi bagi industri peternakan dalam memanfaatkan limbah buah mengkudu sebagai salah satu sumber bioaktivator dalam pembuatan pupuk organik cair.

#### **E. Kebaruan Penelitian (Novelty)**

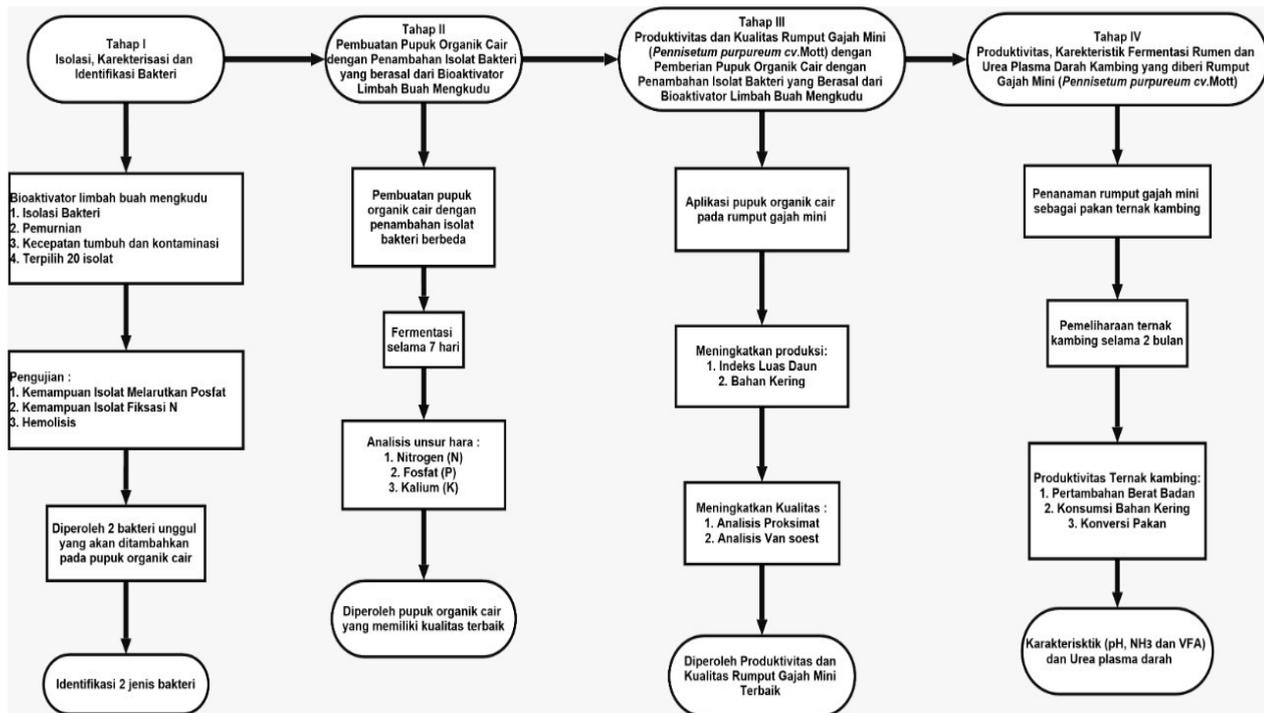
Kebaruan penelitian adalah:

- a. Memperoleh isolat bakteri yang diaplikasikan dalam pupuk organik cair yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu yang memiliki unsur hara terbaik.
- b. Meningkatkan produktivitas dan kualitas rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) dengan pemberian pupuk organik cair yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu pada dosis yang terbaik.
- c. Rumput gajah mini dengan pemberian pupuk organik cair yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu mampu memperbaiki produktivitas, karakteristik fermentasi rumen dan urea plasma darah ternak kambing.

## F. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini didasarkan pada permasalahan ketersediaan pupuk organik cair dan hijauan pada ternak ruminansia yang berkualitas dan mempunyai tingkat palatabilitas yang tinggi. Pada lahan hijauan yang dikelola secara konvensional, dimana terjadi pemadatan tanah akibat tingkat pemakaian pupuk anorganik yang tinggi. Upaya perbaikan menggunakan pupuk organik cair yang memanfaatkan bioaktivator limbah buah mengkudu melalui proses fermentasi. Penelitian ini terdiri atas empat tahap, yaitu:

1. Tahap I: Isolasi bakteri, uji kemampuan melarutkan fosfat, pH, fiksasi N, uji hemolisis dan identifikasi bakteri.
2. Tahap II : Pembuatan pupuk organik cair dan menganalisis kandungan unsur haranya dengan penambahan isolat bakteri berbeda yang berasal dari limbah buah mengkudu.
3. Tahap III : Produktivitas dan kualitas rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum cv. Mott*) dengan pemberian pupuk organik cair dengan penambahan isolat bakteri yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu.
4. Tahap IV : Produktivitas, karakteristik fermentasi rumen dan urea plasma darah kambing yang diberi rumput gajah mini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Mengkudu (*Morinda citrifolia* L)

Mengkudu (Basa Aceh: keumeudee, Jawa: pace, kemudu, kudu); cangkudu (Sunda), kodhuk (Madura), tibah (Bali) berasal daerah Asia Tenggara, tergolong dalam famili Rubiaceae. Nama lain untuk tanaman ini adalah Noni (bahasa Hawaii), Nono (bahasa Tahiti), Nonu (bahasa Tonga), ungoikan (bahasa Myanmar) dan Ach (bahasa Hindi), tumbuhan ini berbentuk pohon dengan tinggi 4-8 cm. Batang berkayu, bulat, kulit kasar, percabangan monopoidal. Daun tunggal, bulat telur, ujung dan pangkal runcing. Panjang 10-40 cm. Bunga majemuk, bentuk bongkol, bertangkai, benang sari 5. Buah bongkol, permukaan tidak teratur, berdaging, panjang 5-10 cm, hijau kekuningan (Safitri, 2015).

Buah mengkudu mengandung skopoletin, rutin, polisakarida, asam askorbat,  $\beta$ -karoten, 1-arginin, proxironin, dan proxeroninase, iridoid, asperolusid, iridoid antraknon, asam lemak, kalsium, vitamin B, asam amino, glikosida, dan juga glukosa (Sjabana dan Bahalwan, 2002; Wijayakusuma dan Dalimartha, 1995). Selain itu juga dikandung senyawa-senyawa seperti, morindon, rubiadin, dan flavonoid (Bangun dan Sarwono, 2002).



Gambar 2. Buah Mengkudu.

Penelitian terdahulu menemukan bahwa pupuk organik cair dengan penambahan bioaktivator alami buah mengkudu sebanyak 400 gr difermentasi selama 7 hari memiliki kandungan unsur hara yang lebih baik dari limbah buah tomat, nenas dan kulit pisang kepok yaitu N = 1,84%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 2,29%, K<sub>2</sub>O = 2,5% dan pH = 5,04, hasil penelitiannya menunjukkan perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan ADF, NDF, selulosa dan hemiselulosa, sedangkan lignin menunjukkan penurunan dengan hasil berbeda nyata yaitu dosis 5 cc = 10,47%, dosis 10 cc = 9,35%, 15 cc = 8,85% dan 20 cc = 7,29%, sehingga dapat memperbaiki tingkat pencernaan nutrisi. Selanjutnya daya cerna ternak kambing yang diberikan pakan rumput taiwan dikombinasikan dengan konsentrat pada level berbeda secara in vivo masih relatif sama pada setiap perlakuan. Sedangkan secara in vitro menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan baik pada daya cerna bahan keringnya (DCBK) maupun daya cerna bahan organiknya (DCBO) yaitu untuk DCBK yang terbaik pada perlakuan K4 (43.98%) dan untuk DCBO yang terbaik

juga pada perlakuan K4 (41.18%). Kosumsi dan penambahan bobot badan walaupun hasil tidak berpengaruh nyata, namun penambahan bobot badan dan konsumsi yang paling tinggi dari perlakuan yang lain yaitu pada perlakuan K3 dengan nilai 0.29 kg/ekor/hari dan 7.73 kg/ekor/hari (Semaun *et al.*, 2018).

Hasil penelitian Hariyati (2020), pemberian POC ekstrak buah mengkudu berpengaruh tidak nyata pada panjang sulur, jumlah dan lebar daun umur tanaman 3 MST, 4 MST dan berpengaruh nyata pada umur 5 MST. Perlakuan POC ekstrak buah mengkudu 0,25% pada varietas amanta menghasilkan berat buah melon yang terbaik yaitu 995,40 gram. Selanjutnya Romiyati (2018), pupuk organik cair buah mengkudu tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman bayam hijau. Efri (2010), Ekstrak daun mengkudu dan bunga mengkudu dapat menekan perkembangan ketejadian dan keparahan penyakit antraknosa tanaman cabe dan pengaruh ekstrak daun mengkudu dan bunga mengkudu dalam menekan perkembangan penyakit antraknosa pada tanamam cabe tidak berbeda dengan fungisida sintetis berbahan aktif propineb.

### **B. Rumput Gajah Mini (*Pennisetum purpureum cv. Mott*)**

Rumput gajah mini memiliki produktivitas dan kandungan gizi yang tinggi, sehingga termasuk jenis rumput yang unggul. Dengan demikian memiliki palatabilitas yang tinggi bagi ternak ruminansia. Selain itu ini memiliki daya adaptasi tinggi terhadap naungan, respon terhadap

pemupukan dan menyukai tanah dengan kesuburan yang tinggi. Morfologinya tanaman dengan bentuk rumpun disertai perakaran serabut yang kompak sehingga terbentuk anakan yang teratur apabila dipanen secara teratur (Gambar 3). Daunnya terbentuk kearah samping dan tinggi tanaman lebih rendah dari satu meter rata-rata tinggi tanaman adalah 96,3 cm pada umur panen dua bulan (Sirait, 2018).



Gambar 3. Rumput gajah Mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott)

Kualitas dan produktivitas hijauan pada padang penggembalaan sangat terbatas setelah musim panas di daerah tropis dan sub tropis. Namun demikian, rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) dapat menghasilkan sejumlah kecernaan bahan kering (BK) dan peningkatan berat badan hidup dari penggembalaan setinggi produksi biomassa per hektarnya (Kozloski *et al.*, 2003). Hal ini didukung oleh laporan Lasamadi *et al* (2017) dan (Sirait, 2018) bahwa rumput gajah Mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott), hijauan dengan palatabilitas tinggi.

Selain itu memiliki biomassa yang tinggi karena menghasilkan banyak anakan, akar yang kuat, daun batang yang tidak keras, ruas daun yang banyak serta struktur daun muda yang disukai ternak.

Selain itu, rumput gajah Mini (*Pennisetum purpureum cv. Mott*) memiliki kandungan protein sekitar 10-15%, dimana tergantung pada umur panen (Urribarrí *et al.*, 2005) dan memiliki tingkat produksi dan nutrisi yang tinggi karena kandungan serat kasar yang rendah. Akbar (2016), melaporkan bahwa kandungan nutrisi rumput gajah mini untuk kadar lemak daun sekitar 2,72%, kadar lemak batang 0,94%, protein kasar daun sekitar 14,35%, protein kasar batang 8,1%, serta daya cerna daun dan batang sekitar 72,68% dan 62,56%. Dari karakter fisik maupun kimia rumput gajah mini, dapat disimpulkan bahwa hijau ini sangat cocok untuk dijadikan pakan ternak ruminansia.

Hasil Penelitian Hasan *et al* (2015), pemberian cendawan mikoriza terhadap pertumbuhan dan produksi bahan kering rumput gajah *cv. Mott* dalam kondisi stres kekeringan, dimana pertumbuhan dan produksi bahan kering rumput gajah sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang tersedia untuk tanaman. Pemberian mikoriza hingga kadar 12 g belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi rumput gajah *cv. Mott*.

Hasil penelitian Budiman *et al*, (2012), rumput kultivar Taiwan dan King mempunyai produksi bobot kering lebih tinggi dibanding dengan kultivar Mott dengan menggunakan pupuk N, P dan K (urea, TSP dan

KCL). Produksi bahan kering tertinggi dipanen pada 13 minggu, sedangkan kualitas tertinggi dipanen pada 8 minggu setelah tanam untuk semua kultivar yang diuji.

### **C. Fermentasi**

Fermentasi merupakan proses pemecahan senyawa organik menjadi senyawa sederhana yang melibatkan mikroorganisme. Proses ini menyebabkan terjadi perubahan kimia pada suatu substrat organik. Ini terjadi juga pada proses produksi fermentasi urin menjadi pupuk organik cair yang dilakukan oleh bakteri (Huda, 2013). Namun demikian proses fermentasi ini memiliki kekurangan antara lain:

- a. tidak semua N diubah menjadi bentuk yang mudah diserap akan tetapi dipergunakan oleh bakteri-bakteri itu sendiri untuk keperluan hidupnya;
- b. dapat terjadi perubahan-perubahan yang merugikan dimana N menguap. Dalam kandungan pupuk organik cair N terdapat sebagai ureum ( $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$ ) dan asam urine ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$ ), terpenting yaitu mempunyai nilai unsur hara tertinggi adalah ureum karena N yang sangat tinggi (48 %), banyak terdapat dalam urin sangat mudah dan cepat dirubah oleh bakteri-bakteri menjadi amonium karbonat.

### **D. Pupuk organik cair**

Pupuk organik cair merupakan sumber unsur hara bagi pertumbuhan tanaman (Adijaya & Yasa, 2015). Pemberian 1,7 liter/ha pupuk organik cair untuk rumput gajah pada lahan kering masam mampu memberikan

pertumbuhan dan produksi rumput gajah tertinggi dibandingkan dengan tanpa pemupukan (Fajri, 2016).

Pupuk organik cair terbentuk berupa larutan yang berasal dari degradasi bahan organik yang memiliki lebih dari satu unsur hara. Pupuk organik cair ini memiliki bahan organik cukup tinggi untuk mendukung pemenuhan kebutuhan hara penting bagi pertumbuhan tanaman. Dengan demikian dapat menjadi peluang usaha potensial pembuaan pupuk organik cair organik (Tanti *et al.*, 2020).

Proses pembuatan pupuk organik cair terjadi melalui penguraian yang sangat ditentukan oleh susunan bahan pada suatu biomassa. Pada umumnya senyawa organik agak mudah diuraikan, berbeda dengan senyawa anorganik. Penguraian bahan organik biasanya dilakukan melalui fermentasi. Tahap dimulai dengan pembentukan senyawa sederhana, antara lain: gula, gliserol, asam lemak dan asam amino. Selanjutnya akan dilanjutkan dengan proses lain baik secara aerobik maupun anaerob (Fitria *et al.*, 2008; Tanti *et al.*, 2020).

Pupuk organik cair juga dihasilkan dalam pembuatan gas bio. Pengolahan pupuk organik cair dari urin sapi dan pengolahan pupuk organik cair dari keluaran gas bio berbeda. Pupuk organik cair yang berasal dari keluaran unit gas bio belum dapat digunakan untuk pemupukan karena belum banyak mengandung oksigen, sehingga kalau dialirkan ke sungai akan mematikan ikan. Pupuk padat perlu ditampung di dalam kolam oksidasi dengan lama berkisar kurang lebih dua minggu

untuk memasukkan oksigen ke dalam pupuk organik cair yang telah dipisahkan. Kecepatan teroksidasinya pupuk organik cair tergantung pada luas dan kedalaman dari kolam tersebut juga kecepatan aliran di dalam kolam. Kolam oksidasi sebaiknya dibuat dangkal dan diberi sekat-sekat, sehingga aliran pupuk organik cair menjadi lebih lambat. Kelambatan aliran pupuk organik cair memungkinkan oksigen dapat masuk ke dalamnya (Budi Surono, 2013).

Selama ini masih jarang menggunakan urin sapi sebagai pupuk padahal urine sapi memiliki prospek yang bagus untuk diolah menjadi pupuk organik cair karena mengandung unsur-unsur yang sangat dibutuhkan oleh tanaman secara lengkap seperti N, P, K, Ca, Mg yang terikat dalam bentuk senyawa organik. Urin sapi yang paling baik untuk diolah menjadi pupuk organik cair adalah urin sapi murni segar (kurang dari 24 jam) yang belum bercampur dengan bahan lain yang ada dalam kandang. Dalam pembuatan pupuk urin, setiap 200 liter urine sapi segar membutuhkan bakteri pengurai yang berupa produk EM4 atau biotani sebanyak 0,5 % dan molases atau larutan gula sebagai energi bakteri sebanyak 1 liter (Oviyanti & Hidayah, 2016; Alfianati, 2017)

Proses pengolahan pupuk organik cair dengan urin sapi sangatlah sederhana, yaitu dengan mencampurkan urin segar, bakteri pengurai dan molases pada drum yang fermentasi selama satu minggu. Kemasakan urin fermentasi dapat diidentifikasi dari hilangnya bau pada pupuk organik cair yang diolah (Oviyanti & Hidayah, 2016). Urin sapi mengandung zat

perangsang tumbuh yang dapat digunakan sebagai pengatur tumbuh diantaranya adalah IAA (*Indole acetic acid*).

Hasil penelitian Hasan *et al* (2021), fermentasi campuran urin, Chromolaena, dan air dengan proporsi 25:25:50%, menghasilkan pupuk organik cair dengan kandungan unsur hara N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan K<sub>2</sub>O berturut-turut adalah 2,30, 0,32 dan 0,15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair meningkat secara signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi biomassa *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* dan *Pennisetum purpureum*. Selanjutnya hasil penelitian Nampo *et al* (2016) pemberian pupuk organik cair dengan dosis berbeda pada lahan kering kritis dapat meningkatkan pertumbuhan dan kandungan nutrisi rumput benggala.

Hasil penelitian Sufriyanto *et al* (2017), produktivitas rumput gajah optimal pada pupuk organik cair dengan bahan dasar urin sapi bunting suplementasi buah nanas pada dosis 4,5 ml per liter air.

### **E. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Produksi Hijauan**

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan proses penting dalam kehidupan dan perkembangan suatu spesies. Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung terus-menerus sepanjang daur hidup, bergantung pada tersedianya meristem, hasil asimilasi, hormon dan substansi pertumbuhan lainnya serta lingkungan yang mendukung (Hayati

*et al.*, 2012). Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi hijauan antara lain: 1) tanah; 2) spesies; 3) Iklim; 4) Tatalaksana.

Namun demikian, setiap tanaman memerlukan paling tidak 16 unsur untuk pertumbuhan yang normal dan unsur-unsur tersebut digolongkan menjadi unsur makro dan mikro. Tidak lengkapnya unsur makro (C,O,N,P,K,Ca, Mg, S) dan unsur mikro (Fe, Bo,Mo, Co, Zn, Mn,Cl) dapat mengakibatkan hambatan bagi pertumbuhan tanaman dan produktivitasnya (Hayati *et al.*, 2012).

Menurut Priangga *et al* (2013) tanaman akan tumbuh dengan baik apabila unsur hara yang diberikan berada dalam jumlah yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan tanaman, sehingga lebih menghasilkan produksi segar dan produksi bahan kering yang lebih tinggi. Seseray *et al* (2013) bahwa penyediaan unsur hara terutama nitrogen (N), pospor (P), dan kalium (K) dalam tanah secara optimal bagi tanaman dapat meningkatkan produksi tanaman. Gardner *et al* (2008) menjelaskan bahwa Nitrogen (N) dan Pospor (P) sangat penting dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Adanya N yang cukup menyebabkan terjadinya pembesaran dan pemanjangan sel tanaman yang berdampak pada pertumbuhan tanaman sedangkan phosphor merupakan unsur penyusun inti sel dan sangat penting dalam proses pembelahan sel yang akan mempercepat pertumbuhan tanaman. Kekurangan satu unsur dalam tanah utamanya unsur hara esensial akan

menyebabkan tanaman tidak dapat menyempurnakan fase pertumbuhan vegetative dan generatifnya (Subroto dan Awang, 2005).

Nitrogen merupakan unsur penting penyusun asam amino, nucleotida dan nucleoprotein, serta esensial untuk pembelahan dan pembesaran sel untuk pertumbuhan (Gardner *et al.*, 2018). Unsur fosfat (P) adalah unsur esensial kedua setelah N yang berperan penting dalam fotosintesis dan perkembangan akar. Bakteri pelarut fosfat di dalam tanah mempunyai kemampuan melepas fosfor dari ikatan Fe, Al, Ca dan Mg, sehingga P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. (Rao, 1994).

#### **F. Bioaktivator**

Bioaktivator adalah bahan bioaktif yang mampu merombak bahan-bahan organik. Secara spesifik, bioaktivator merupakan isolat mikroba yang sudah dimurnikan sehingga memiliki kemampuan khusus untuk merombak yang mengandung serat selulosa. Salah satu manfaat yang paling penting dari bioaktivator adalah mempercepat proses pembuatan kompos. Selain itu, bahan bioaktif ini juga berfungsi untuk meningkatkan kualitas pupuk (Ramaditya *et al.*, 2017). Menurut Utomo, (2009), bioaktivator bukanlah pupuk, melainkan bahan yang mengandung mikroorganisme. Mikroorganisme yang terkandung dalam bioaktivator seperti bakteri yang menguntungkan yaitu bakteri penambat N, melarutkan fosfat dan sebagainya. Fungsi bioaktivator yaitu memfermentasi, meningkatkan kualitas bahan organik sebagai pupuk, memperbaiki

kualitas tanah, dan penghasil energi. Mikroorganisme yang terdapat dalam bioaktivator secara genetik bersifat alami dan bukan rekayasa. Pupuk organik yang dihasilkan dengan menggunakan bioaktivator lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, berbeda dengan pupuk anorganik yang berasal dari zat-zat kimia

Hasil penelitian Safitri (2015), menyatakan bahwa panjang daun rumput gajah dengan menggunakan pupuk organik cair yang terbaik diperoleh dari perlakuan level 400 gr bioaktivator alami buah mengkudu dan hasil penelitian Hardi (2015), menyatakan bahwa bahan kering rumput gajah dengan menggunakan pupuk organik cair meningkat diperoleh dari perlakuan level 400 gr bioaktivator alami buah kulit pisang kepok. Dosis pupuk organik cair yang digunakan dengan perbandingan 1 liter air.

Pembuatan pupuk organik cair dengan variasi waktu dan variasi penambahan volume EM<sub>4</sub> efektif dalam meningkatkan kadar N, P, dan C. Di mana nilai kandungan N, P terbesar masing-masing pada hari ke 17 sedangkan kadar C terbesar pada hari ke 14. Sedangkan pada penambahan volume EM<sub>4</sub> kandungan N, P, C terbesarnya terdapat pada penambahan volume EM<sub>4</sub> sebesar 15. Semakin lama proses pengomposan dan semakin besar penambahan volume EM<sub>4</sub> cenderung menurunkan kadar K (Nur *et al*, 2016).

Hasil penelitian Ratrinia *et al* (2016), penambahan bioaktivator laut yang berisi bakteri isolat dari serasah mangrove berfungsi untuk

mempercepat waktu pengomposan dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi dan limbah cair berasal dari surimi lele (*Clarias sp*). Penggunaan bioaktivator laut dan limbah cair surimi dapat mempercepat laju dekomposisi bahan organik dan meningkatkan konsentrasi C-organik, N-total, P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> , dan K<sub>2</sub> O, serta berpengaruh terhadap rasio C/N dan kandungan bakteri fungsional. Konsentrasi optimum penambahan limbah cair surimi adalah 90% dan waktu optimum pengomposan dengan menggunakan bioaktivator laut dan limbah cair surimi adalah 6 hari.

### **G. Ternak Kambing**

Kambing merupakan hewan ruminansia yang banyak dipelihara. Salah satu keunikan ternak kambing seperti halnya ternak ruminansia lainnya adalah sistem pencernaan yang kompleks (poligastrik), sehingga mampu memanfaatkan bahan pakan berserat tinggi (rumput, jerami dan lainnya). Ditinjau dari aspek pengembangannya ternak kambing sangat potensial bila diusahakan secara komersial. Hal ini disebabkan ternak kambing memiliki beberapa kelebihan dan potensi ekonominya antara lain tubuhnya relatif kecil, cepat mencapai dewasa kelamin, pemeliharaannya relatif mudah, tidak membutuhkan lahan yang luas, investasi modal usaha relatif kecil, mudah dipasarkan sehingga modal usaha cepat berputar (Atmojo, 2007).

Kambing dapat mengonsumsi bahan kering yang relatif lebih banyak untuk ukuran tubuhnya dan juga lebih efisien dalam mencerna pakan yang mengandung serat kasar dibandingkan sapi dan domba. Kambing mampu mengonsumsi daun-daunan, semak belukar, tanaman ramban, rumput yang sudah tua dan berkualitas rendah. Jenis pakan tersebut dapat dimanfaatkan dengan efisien sehingga kambing dapat beradaptasi pada lingkungan yang kurang pakan (Tarigan, 2009).

Kambing umumnya menolak pakan yang telah disentuh oleh ternak lain dan tidak dapat mengonsumsi satu jenis pakan saja dalam waktu yang lama. Kambing dapat membedakan rasa pahit, manis, asin dan masam serta mempunyai toleransi yang tinggi terhadap rasa pahit. Pada ruminansia, rangsangan penciuman (bau/aroma) sangat penting bagi ternak untuk mencari dan memilih makanan. Demikian pula mengenai selera (rasa) akan menentukan apakah pakan tersebut akan dikonsumsi oleh ternak atau tidak (Asminaya, 2007).

Kambing merupakan binatang memamah biak yang berukuran sedang. Ternak kambing (*Capra aegagrus hircus*) adalah subspecies kambing liar yang secara alami tersebar di Asia Barat Daya (daerah "Bulansabit yang subur" dan Turki) dan Eropa. Kambing liar jantan maupun betina memiliki tanduk sepasang, namun tanduk pada kambing jantan lebih besar. Umumnya kambing mempunyai jenggot, dahi cembung, ekor agak ke atas, dan kebanyakan berbulu lurus dan kasar. Panjang tubuh kambing liar, tidak termasuk ekor adalah 1,3 - 1,4 m

sedangkan ekornya 12 - 15 cm. Bobot yang betina 50 - 55 kg, sedangkan yang jantan bisa mencapai 120 kg. Kambing liar tersebar dari Spanyol ke arah timur sampai India, dan dari India ke utara sampai Mongolia dan Siberia. Habitat yang disukainya adalah daerah pegunungan yang berbatu-batu (Isdarmady, 2012).

Kambing yang ada di Indonesia dan dinyatakan sebagai kambing asli Indonesia adalah: (1) Kambing Kacang; (2) Kambing Peranakan Ettawa (PE) merupakan tipe dwiguna yaitu sebagai penghasil daging dan susu; (3) Kambing Marica terdapat di Propinsi Sulawesi Selatan merupakan kambing asli Indonesia tipe pedaging. Menurut laporan FAO kambing Marica sudah termasuk kategori langka dan hampir punah (endangered); (4) Kambing Samosir yang dipelihara di Pulau Samosir Kabupaten Samosir Propinsi Sumatera Utara; (5) Kambing Muara merupakan tipe pedaging dijumpai di daerah Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara Propinsi Sumatera Utara; (6) Kambing Kosta lokasi penyebaran di sekitar Jakarta dan Propinsi Banten; (7) Kambing Gembrong berasal dari daerah kawasan Timur Pulau Bali terutama di Kabupaten Karangasem; dan (8) Kambing Bengkulu (Pamungkas dkk., 2008).

Produktivitas ternak dicerminkan oleh pertumbuhan yang pesat dan dapat diukur melalui pertambahan bobot badan dan persentase karkas yang dihasilkan (Hafid, 2002). Pertambahan bobot badan ternak sangat dipengaruhi oleh jenis ternak (breed), jenis kelamin (sex), umur (age),

faktor lingkungan (environment) dan pengelolaan (managemen) (Hafid *et al.*, 2003). Penyediaan pakan yang berkualitas merupakan salah satu faktor pendukung dalam upaya meningkatkan produktifitas ternak. Dalam hal ini, strategi pemberian pakan perlu disesuaikan dengan kebutuhannya baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Permasalahan penyediaan pakan ternak sering mendapat kendala, baik dari strategi pemberiannya maupun kesesuaian zat gizi yang dibutuhkan ternak (Putra, 2006).

## **H. Karakteristik Fermentasi Rumen**

Bahan makanan yang masuk ke dalam alat pencernaan akan ruminansia terjadi secara mekanis (mulut), pencernaan hidrolitik dan pencernaan fermentatif di dalam rumen (Sutardi, 1980). Proses fermentasi pakan di dalam rumen menghasilkan VFA dan  $\text{NH}_3$ , serta gas-gas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ , dan  $\text{CH}_4$ ) yang dikeluarkan dari rumen melalui proses eruktasi (Arora, 1995).

### **1. pH cairan rumen**

Secara umum, nilai pH cairan rumen dapat dipengaruhi oleh kandungan VFA,  $\text{NH}_3$ , dan asam laktat. Namun demikian asam laktat dapat memberikan pengaruh yang lebih besar daripada komponen VFA maupun  $\text{NH}_3$ . Kondisi optimum bagi mikroba rumen untuk pertumbuhan dan aktifitas memerlukan pH = 6,8 dan saliva yang masuk ke dalam rumen berfungsi sebagai buffer untuk mempertahankan pH cairan rumen. Namun demikian, adanya perbedaan nilai pH cairan rumen antar

perlakuan tidak memberikan dampak negatif untuk bakteri selulolitik, karena pH optimum untuk pertumbuhan dan aktifitas bakteri selulolitik berada pada kisaran 6 – 7 (Thalib, 2002).

pH cairan rumen normal pada kambing berkisar antara 6 -7. Aktivitas mikroba rumen dipengaruhi oleh pH. Degradasi protein berlangsung pada pH 6 – 7 (Ørskov and McDonald, 1979). Suasana pH rumen yang asam (pH rendah) dapat menyebabkan menurunnya aktivitas mikroba dalam rumen (Mahesti, 2009). Keasaman rumen diatur oleh adanya natrium bikarbonat dan fosfat pada waktu adanya fermentasi yang cepat. Keasaman di dalam rumen dipengaruhi oleh jenis pakan, produk fermentasi dan saliva. Bila pakan mengandung banyak konsentrat maka pH akan turun, sedangkan hijauan akan meningkatkan pH (Soebarianto *et al.*, 1991). Menurut Van Soest (1994), kondisi pH rumen tetap konstan ini disebabkan adanya buffering capacity yang berasal dari saliva karena banyak mengandung bicarbonat dan fosfat serta sistem absorpsi *volatile fatty acid* (VFA) melalui dinding rumen.

## **2. Kadar NH<sub>3</sub>**

Kadar NH<sub>3</sub> di dalam rumen merupakan salah satu faktor yang menentukan efisiensi sintesa protein pakan dimana akhirnya dapat berpengaruh terhadap fermentasi bahan organik pakan. Protein pakan akan mengalami proses degradasi menjadi peptida-peptida dan akhirnya menjadi asam-asam amino di dalam rumen. NH<sub>3</sub> berasal dari protein

pakan yang didegradasi oleh enzim proteolitik. Di dalam rumen, protein dihidrolisis pertama kali oleh mikroba rumen (Arora, 1995).

Umumnya proporsi protein yang didegradasi dalam rumen sekitar 70-80% atau 30-40% untuk protein yang sulit dicerna. Kandungan protein ransum yang tinggi dan proteinnya mudah didegradasi akan menghasilkan konsentrasi  $\text{NH}_3$  di dalam rumen. Selain itu, tingkat hidrolisis protein bergantung kepada daya larutnya yang akan mempengaruhi kadar  $\text{NH}_3$  (McDonald *et al.*, 2002). Amonia dibebaskan di dalam rumen selama proses fermentasi dalam bentuk ion  $\text{NH}_4$  maupun dalam bentuk tak terion sebagai  $\text{NH}_3$ . Amonia yang dibebaskan dalam rumen sebagian dimanfaatkan oleh mikroba untuk mensintesis protein mikroba. Bahkan amonia yang dibebaskan dari urea atau garam-garam amonium lain dapat digunakan untuk sintesa protein mikroba (Arora, 1995). Hal ini sejalan dengan pendapat Sakinah (2005), bahwa amonia tersebut digunakan oleh mikroba sebagai sumber nitrogen terutama untuk sintesis protein mikroba.

Beberapa asam amino langsung digunakan oleh bakteri untuk sintesis protein tubuhnya sendiri, tetapi sebagian besar mikroba rumen tidak dapat memanfaatkan asam amino secara langsung karena diduga mikroba tersebut tidak memiliki sistem transpor untuk mengangkut asam amino ke dalam tubuhnya. Mikroba tersebut lebih suka merombak asam amino menjadi amonia. Lebih kurang 50-70% nitrogen mikroba berasal dari amonia (Sutardi, 1980).

Jika pakan defisien protein atau tinggi kandungan protein yang lolos degradasi, maka konsentrasi  $\text{NH}_3$  rumen akan rendah (lebih rendah dari 50 mg/l atau 3,57 mM) dan pertumbuhan organisme rumen akan lambat. Sebaliknya, jika degradasi protein lebih cepat daripada sintesis protein mikroba maka  $\text{NH}_3$  akan terakumulasi dan melebihi konsentrasi optimumnya (McDonald *et al.*, 2002).

Konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang optimum untuk menunjang sintesis protein mikroba dalam cairan rumen sangat bervariasi, berkisar antara 85 – 300 mg/l atau 6-21 mM (McDonald *et al.*, 2002). McDonald *et al.* (2002), menjelaskan bahwa konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang tinggi dapat menunjukkan proses degradasi protein pakan lebih cepat daripada proses pembentukan protein mikroba, sehingga amonia yang dihasilkan terakumulasi dalam rumen.

### **3. Kadar VFA**

Produk akhir fermentasi karbohidrat dan merupakan sumber energi utama ruminansia asal rumen adalah *Volatil Fatty Acid* (VFA). Peningkatan jumlah VFA menunjukkan mudah atau tidaknya pakan tersebut difermentasi oleh mikroba rumen. Produksi VFA di dalam cairan rumen dapat digunakan sebagai tolak ukur fermentabilitas pakan (Parakkasi, 1999). McDonald *et al.* (2002), menyatakan bahwa pakan yang masuk ke dalam rumen difermentasi untuk menghasilkan produk berupa VFA, sel-sel mikroba, serta gas metan dan  $\text{CO}_2$ .

Peningkatan VFA menunjukkan mudah atau tidak pakan tersebut didegradasi oleh rumen (Sakinah, 2005). Ransum yang diberikan pada ternak ruminansia umumnya mengandung karbohidrat sekitar 60-75%. Karbohidrat yang masuk ke dalam rumen akan dihidrolisa menjadi monosakarida, terutama glukosa dengan bantuan enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroba rumen. Glukosa tersebut akan difermentasi menjadi VFA berupa asetat, propionat, dan butirat,  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  (Arora, 1995).

Produksi VFA yang dihasilkan dalam rumen sangat bervariasi tergantung pada ransum yang dikonsumsi, yaitu antara 200-1500 mg/1000 ml cairan rumen. Kadar VFA yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan optimal rumen adalah 80-160 mM (Sutardi, 1981) dan VFA yang dihasilkan mampu menyediakan 50-70% energi yang dapat dicerna oleh ruminansia. Banyaknya VFA yang ada dalam rumen dicirikan oleh aktivitas mikroba, jumlah VFA yang diserap atau keluar dari rumen (Church, 1974).

Tinggi rendahnya produksi VFA yang diikuti dengan rendahnya konsentrasi amonia, mencerminkan efisiensi penggunaan amonia oleh bakteri untuk sintesis protein mikroba dan pertumbuhan. Selanjutnya bakteri tersebut akan mencerna pakan untuk memproduksi VFA yang akan digunakan sebagai sumber energi untuk induk semang dan sumber karbon untuk bakteri itu sendiri (Syahrir *et al.*, 2009).

Hasil penelitian Natsir (2008), suplemen bijian faba dapat meningkatkan kadar NH<sub>3</sub> dan VFA dalam rumen, tetapi tidak mengubah pH rumen dan karakteristik degradasi rumen dari hijauan oat pada ternak domba.

### I. Bakteri Pelarut Fosfat dan Fiksasi N

Beberapa spesies bakteri dari genus *Bacillus* memiliki potensi dalam fiksasi N (Idris, 2007). Inokulum *Bacillus megaterium* dan *Bacillus mucilaginous* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dan meningkatkan total N, P dan K (Wu and Wong, 2005). Handayanto dan Hairiyah (2009), penambatan N secara biologi hanya dapat dilakukan oleh organisme prokariot yaitu bakteri tertentu seperti sianobakteri dan aktinomisetes. Beberapa genus mikroba yang termasuk spesies penambat N yang hidup bebas antara lain *Azotobacter*, *Azomonas*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium* dan *Azospirium*.

*B. subtilis* merupakan bakteri gram positif yang dapat membentuk endospora yang berbentuk oval di bagian sentral sel. Hasil uji pewarnaan gram menunjukkan bahwa *B. subtilis* merupakan bakteri gram positif karena menghasilkan warna ungu saat ditetesi dengan larutan KOH. Warna ungu yang muncul pada pewarnaan gram tersebut dikarenakan dinding sel *B. subtilis* mampu mempertahankan zat warna kristal violet (Aini *et al.*, 2013). Sel *Bacillus sp.* berbentuk batang, berukuran 0,3-2,2 x 1,2-7,0 µm dan mempunyai flagel peritrikus, memproduksi spora bentuk silinder yang tidak membengkak, bersifat aerob atau anaerob fakultatif

serta heterotrof, katalase positif, sel gerak yang membentuk endospora elips lebih tahan daripada sel vegetatif terhadap panas, kering dan faktor lingkungan lain yang merusak. Permukaan sel bakteri ditumbuhi merata flagellum pristikus. *B. subtilis* merupakan kelompok fisiologi yang berbeda dari bakteri non-patogen, yang relatif mudah dimanipulasi secara genetika dan sederhana dibiakkan, yang memperkuat kesesuaiannya untuk kepentingan industri (Soesanto, 2008).

*Bacillus* pertama kali dideskripsikan oleh Cohn pada tahun 1872 pada *B. Subtilis* yang semula disebut *Vibrio subtilis* oleh Ehrenberg pada 1835 (Hatmanti, 2000). Cohn menunjukkan bahwa spora tersebut mempunyai resistensi yang lebih dibandingkan sel vegetatifnya, keberadaan endospora yang berbentuk elips merupakan suatu keuntungan untuk penerapan industri dan penggunaan bioteknologi.

Bakteri antagonis *B. subtilis* dapat bertahan pada kondisi lingkungan tertentu, yaitu pada suhu  $-5^{\circ}\text{C}$  sampai  $75^{\circ}\text{C}$ , dengan tingkat keasaman (pH) antara 2-8. Pada kondisi yang sesuai dan mendukung, populasinya akan menjadi dua kali banyaknya selama waktu tertentu. Waktu ini dikenal dengan waktu generasi atau waktu penggandaan untuk *B. subtilis* adalah 28,5 menit pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  (Soesanto, 2008).

*B. subtilis* juga merupakan kelompok bakteri antagonis yang banyak digunakan untuk mengendalikan patogen filofera. Akan tetapi, kelompok bakteri ini memerlukan kelembaban sangat tinggi dan bahkan adanya air bebas di permukaan filofera yang teratur. Populasi bakteri

antagonis di filosfer dapat turun dengan cepat, sehingga membutuhkan penerapan yang baru (Elad *et al.*, 2002).

Di dalam tanah, bakteri antagonis *B. subtilis* memanfaatkan eksudat akar dan bahan tanaman mati untuk sumber nutrisinya. Apabila kondisi tidak sesuai bagi pertumbuhannya, misalnya karena suhu tinggi, tekanan fisik dan kimia, atau kahat nutrisi, bakteri akan membentuk endospora. Endospora yang dihasilkan oleh *Bacillus* mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap faktor kimia dan fisika, seperti suhu ekstrim, alkohol dan sebagainya. Pembentukan endospora terjadi selama lebih kurang 8 jam dan dapat bertahan selama 6 tahun (Soesanto, 2008).

Bakteri *B. subtilis* juga efektif dalam melarutkan fosfat. Fosfat dapat menjadi tersedia untuk perakaran melalui sekresi asam organik mikroorganisme. Pada pH netral dan basa yang memiliki kandungan kalsium yang tinggi, terjadi pengendapan kalsium fosfat, sehingga mikroorganisme mampu melarutkan fosfat dan mengubahnya menjadi tersedia dan mudah diserap bagi tanaman (Avivi *et.al.* 2010).

Isolat *B. subtilis* sering digunakan dalam penelitian dengan bentuk mutan rifampisin. Suatu kapsul bak-matriks diamati mengelilingi sel bakteri yang terletak pada epidermis akar primer. Letak bakteri dalam sel jelas ditunjukkan pada tingkat ultrastruktur. Penggandaan sel bakteri terjadi di dalam ruang antarsel, khususnya ruang yang terhubung (Soesanto, 2008).

Nama dan Klasifikasi taksonomi *Bacillus paranthracis* yaitu : Domain Bacteria, Phylum Firmicutes, Class Bacilli, Order Caryophanales,

Family Bacillaceae, Genus Bacillus, Species *Bacillus paranthracis* dan Full Scientific Name (PNU) *Bacillus paranthracis*

Secara morfologi pada bakteri *Bacillus paranthracis* adalah bakteri gram positif, koloninya berwarna putih dan periode inkubasi dua hari. Tumbuh pada temperature 15-45 °C tapi optimumnya 30 °C dengan tingkat keasaman (pH) antara 5-10 yang optimumnya pada 7-8 dan toleransi terhadap (Liu *et al.*, 2017).

#### **J. Urea Plasma Darah**

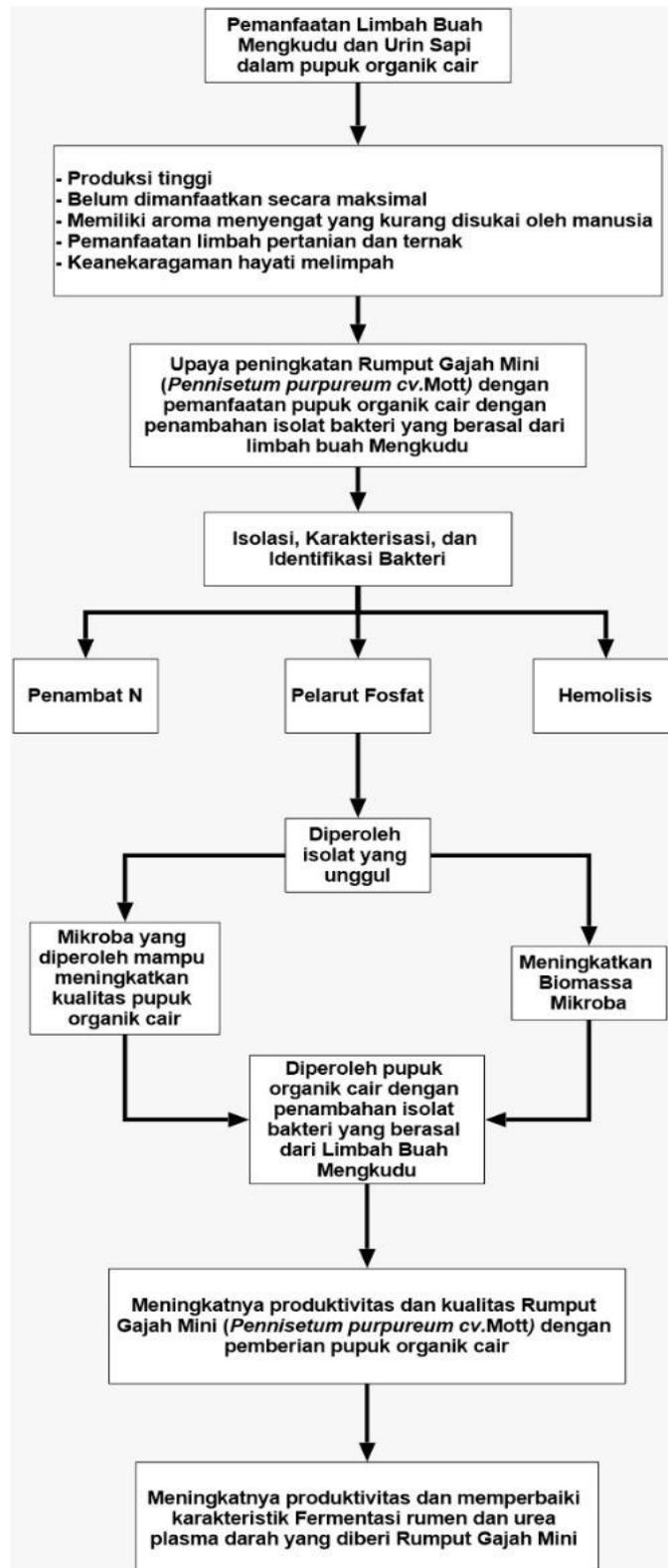
Urea darah merupakan senyawa yang terdapat di dalam darah yang berasal dari amonia hasil dari metabolisme protein. Urea darah dihasilkan dari perombakan amonia yang diabsorpsi lewat vena portal bersama CO<sup>2</sup> di dalam hati. Amonia yang terbentuk melalui proses deaminasi di dalam rumen akan terabsorpsi lewat vena portal dan akan diubah menjadi urea di dalam hati yang kemudian masuk ke sistem pembuluh darah (Tillman *et al.*, 1998). Kisaran urea darah yang normal adalah antara 26,6 mg/dl dan 56,7 mg/dl (Mahesti, 2009).

Kadar urea dalam darah dapat dipengaruhi kadar amonia dalam rumen. Hal ini disebabkan oleh kandungan protein yang tinggi dalam rumen dan mengalami proses degradasi akan menghasilkan amonia yang berlebih, sementara mikroba rumen telah optimal dalam memanfaatkan amonia untuk pembentukan tubuhnya, selanjutnya amonia di dalam rumen tersebut terserap oleh dinding rumen dan melalui peredaran darah masuk ke dalam hati dan mengalami proses perubahan menjadi urea, kemudian

melalui peredaran darah sebagian urea kembali menuju saliva dan sebagian lain yang tidak terpakai menuju ginjal untuk dikeluarkan berupa urin (Tillman *et al.*, 1998).

Prawirokusumo (1993), melaporkan bahwa kadar urea darah juga dapat dipengaruhi oleh adanya kelebihan asam amino hasil pencernaan dalam usus yang tidak digunakan dalam sel, sehingga terjadi proses deaminasi asam amino dalam hati menghasilkan rantai karbon yang akan disimpan berupa glikogen atau lemak dan urea yang akan dikeluarkan berupa urin melalui peredaran darah menuju ginjal. Urea darah dapat mencapai nilai maksimum 1,5-2 jam setelah waktu puncak amonia rumen (Gustaffson and Palmquist, 1993).

## K. Kerangka Pikir



Gambar 4. Kerangka Pikir

### L. Hipotesis

1. Diperoleh isolat bakteri unggul dari limbah buah mengkudu yang mampu melarutkan fosfat, menambat nitrogen dan tidak pathogen.
2. Diperoleh pupuk organik cair dengan penambahan isolat bakteri yang berasal dari bioaktivator dari limbah buah mengkudu dengan memiliki unsur hara terbaik.
3. Meningkatkan produktivitas dan kualitas rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum cv. Mott*) yang diberi pupuk organik cair dengan penambahan isolat bakteri yang berasal dari bioaktivator limbah buah mengkudu.
4. Meningkatkan produktivitas ternak, memberikan pengaruh terhadap karakteristik rumen (pH, NH<sub>3</sub>, dan VFA) dan urea plasma darah ternak kambing setelah pemberian rumput gajah mini yang diberi pupuk organik cair dengan penambahan isolat bakteri yang berasal dari limbah buah mengkudu.