

**PENGARUH PENGGUNAAN TEPUNG BIJI ASAM (*Tamarindus indica L*)
TERFERMENTASI SEBAGAI SUBTITUSI BUNGKIL KEDELAI DALAM
PAKAN TERHADAP KARAKTERISTIK USUS AYAM PEDAGING**

SKRIPSI

Oleh:

**Sinta Indrianingsih
NIM. 165050107111176**



**PROGRAM STUDI S1 PETERNAKAN
MINAT NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2020**

**PENGARUH PENGGUNAAN TEPUNG BIJI ASAM (*Tamarindus indica L*)
TERFERMENTASI SEBAGAI SUBTITUSI BUNGKIL KEDELAI DALAM
PAKAN TERHADAP KARAKTERISTIK USUS AYAM PEDAGING**

SKRIPSI

Oleh:

**Sinta Indrianingsih
NIM. 165050107111176**



Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI S1 PETERNAKAN
MINAT NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2020**

PENGGUNAAN TEPUNG BIJI ASAM (*Tamarindus Indica l*) TERFERMENTASI SEBAGAI SUBSTITUSI BUNGKIL KEDELAI TERHADAP KARAKTERISTIK USUS AYAM PEDAGING

SKRIPSI

Oleh:

Sinta Indrianingsih
NIM. 165050107111176

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana
Pada Hari/Tanggal : Senin/13 Maret 2020

Mengetahui
Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya



Prof. Dr/Sc. Agr. Ir. Suvadi, M.S.

IPU, ASEAN Eng.

NIP. 19620403 198701 1 001

Tanggal...11 Mei 2020.....

Menyetujui
Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Osfar Sjojfan, M.Sc.

IPU, ASEAN Eng

NIP. 19600422 198811 1 001

Tanggal 5 Mei 2020

RIWAYAT HIDUP

Atas berkat Rahmat Allah Swt penulis dilahirkan pada tanggal 5 Agustus 1997 di Dusun Krajan Desa Leces Kecamatan Leces Kabupaten Probolinggo. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Satar dan Ibu Sunamiati. Pendidikan penulis diawali dengan pendidikan TK Ananda Leces Probolinggo pada tahun 2002-2004, kemudian tahun 2010 penulis lulus dari SDN Sumberkedawung III Leces Probolinggo. Pada tahun 2013 penulis lulus dari SMPN 1 Leces Probolinggo dan tahun 2016 penulis lulus pendidikan SMA Zainul Hasan 1 Genggong Probolinggo. Saat ini penulis menempuh pendidikan strata satu di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya melalui seleksi minat dan kemampuan(SPMK).

Penulis pernah melaksanakan Praktek Kerja Lapang (PKL) di PT. Tri Farm Desa Poh Kecil, Kecamatan Delanggu, Kabupaten Mojokerto dengan judul “Manajemen Pemeliharaan Ayam Petelur Periode Layer Sistem Closed House Di PT. Tri Farm Mojokerto”.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “**Pengaruh Penggunaan Tepung Biji Asam (*Tamarindus indica L*) Fermentasi sebagai Substitusi Bungkil Kedelai dalam Pakan terhadap Karakteristik Usus Ayam Pedaging**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata satu (S-1) Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis juga sangat berterima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Satar dan ibu Sunamiati selaku orang tua memberi dukungan dan mengirimkan doa-doa terbaik.
2. Dr. Ir. Osfar Sjojfan M.Sc. IPU., ASEAN Eng., selaku Pembimbing atas saran dan bimbingannya.
3. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS., ASEAN Eng., selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
4. Dr. Khotibul Umam Al Awwaly, S.Pt., M.Si., selaku Ketua Jurusan Fakultas Peternakan dan Dr. Ir. Imam Thohari, MP., IPM., ASEAN Eng., selaku Sekretaris Jurusan Fakultas Peternakan.
5. Dr. Herly Evanuarini, S.Pt., MP., selaku Ketua Program Studi Fakultas Peternakan dan staff yang telah banyak membina kelancaran proses studi.
6. Dr. Ir. Marjuki, M.Sc., selaku Ketua Minat Bagian Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya dan staff yang telah memberikan kemudahan selama penelitian dan penulisan skripsi.
7. Prof. Dr. Ir. Siti Chuzaemi, MS., IPU., ASEAN Eng., selaku Ketua Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.
8. Bapak Joni selaku pemilik kandang dan peternak yang telah memberi izin dan membantu dalam pelaksanaan penelitian.
9. Mas Danung selaku asisten Bapak Osfar yang telah membimbing dalam penulisan skripsi.
10. Supervisor penelitian: Ilham Ardiansah atas arahan, kerjasama dan bantuannya selama pelaksanaan penelitian
11. Tim Penelitian: Ilham Fithrah Hasanain, Ika Widyawati, Andrean Dwi Budiarta, Mahayu Sekarini Putri, M. Fuadadzakky dan Mas Angger Manggala Pratama atas kerjasama, bantuan dan dukungannya untuk melaksanakan penelitian bersama.
12. Mas Rere dan teman-teman penelitian Sumber Sekar yang telah membantu selama penelitian.
13. Teman-teman Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Angkatan 2016 yang memberikan dukungan kepada penulis demi terselesaikannya skripsi ini.

Harapan dari penulis terhadap skripsi ini adalah untuk pengembangan ilmu pengetahuan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diterima oleh penulis.

Malang, 13 April 2020

Penulis

FERMENTED TAMRIND SEED FLOUR (*Tamarindus indica L.*) AS A SUBSTITUTE FOR SOYBEAN MEAL IN FEED ON CHARACTERISTIC OF INTESTINAL BROILER'S

Sinta Indrianingsih¹ and Osfar Sjojfan²

1) Student of Animal Nutrition and Feed Department, Faculty of Animal Husbandry, University of Brawijaya

2) Lecture of Animal Nutrition and Feed Department, Faculty of Animal Husbandry, University of Brawijaya

Email : sintaindria1@gmail.com

ABSTRACT

Fermented tamarind seed flour as substitute for soybean meal in feed on the intestinal characteristic of broiler. This research used 100 one-day old-chick unsexed broiler strain New Lohman MB-202 and the experiment laboratory using completely randomized design with 5 treatments and 4 replication. The treatment were P0 (use control feeds), P1 (use of acid seed flour fermentation 25%), P2(use of acid seed flour fermentation 50%), P3(use of acid seed flour fermentation 75%), P4 (use of acid seed flour fermentation 100%). The parameters observed were pH, viscosity, villous height, villous width and crypta depth. The Data was analysed using Analysis of Variance (anova) and if there is significance difference continued with Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that the used of fermented tamarind seed flour did gave a significant different effect ($P > 0.05$) on villous height, villous width, crypta depth but, not for intestinal pH and viscosity. that the used of tamarind a flour donot gave a significant effect ($P > 0.05$) on intestinal pH, viscosity.

Keywords : broiler, alternatif feed , villous

PENGARUH PENGGUNAAN TEPUNG BIJI ASAM (*Tamarindus indica L*) TERFERMENTASI SEBAGAI SUBSTITUSI BUNGKIL KEDELAI DALAM PAKAN TERHADAP KARAKTERISTIK USUS AYAM PEDAGING

Sinta Indrianingsih¹ dan Osfar Sjojfan²

- 1) Mahasiswa bagian Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya
 - 2) Dosen bagian Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya
- Email: sintaindria1@gmail.com

RINGKASAN

Kebutuhan protein hewani di Indonesia saat ini sangat tinggi, seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk serta kesadaran masyarakat bahwa protein hewani diperlukan dalam memenuhi kebutuhan gizi. Sumber protein hewani yang dapat diandalkan salah satunya adalah ternak unggas terutama ayam pedaging. Keterpurukan usaha peternakan unggas sebagian besar disebabkan oleh ketergantungan bahan pakan impor terutama bungkil kedelai, jagung dan tepung ikan sedangkan bahan pakan lokal masih terbatas pada efisiensi pakan yang rendah. Sehingga menyebabkan harga pakan ayam pedaging semakin lama semakin mahal. Penggunaan bungkil kedelai hampir selalu digunakan dalam formula pakan dan banyaknya dapat mencapai 25-50 % dari total pakan. Sebagai solusi dari kesulitan ini perlu diusahakan pemanfaatan bahan pakan lain yang setara kualitas nutriennya dengan bungkil kedelai, mudah tersedia, murah serta aman bagi kesehatan. Salah satu bahan pakan lokal yang berpotensi untuk menggantikan bungkil kedelai adalah biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) yang telah difermentasi dan dijadikan dalam bentuk tepung. Pakan tambahan tersebut diharapkan dapat terserap secara optimal sehingga memungkinkan dapat mempengaruhi keseimbangan pH, viskositas, tinggi, lebar dan kedalaman kriptum pada usus halus.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan pakan tambahan Tepung Biji Asam (*Tamarindus indica L*) fermentasi terhadap karakteristik usus ayam pedaging yang meliputi pH usus, viskositas cairan usus halus, tinggi vili, lebar vili dan kedalaman kriptum pada usus halus pada segmen ileum pada usus halus. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi mahasiswa maupun masyarakat umum mengenai kegunaan biji asam jawa (*Tamarindus Incida l*). Penelitian dilakukan selama 35 hari mulai bulan 1 Oktober sampai bulan 5 November 2019. Percobaan dilakukan di Lab Lapang Sumber Sekar, Batu. Selanjutnya uji viskositas dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Peternakan Brawijaya dan uji tinggi, lebar dan kedalaman kriptum di uji di Laboratorium Biologi Fakultas Biologi Brawijaya.

Materi penelitian adalah DOC (days old chick) yang tidak dibedakan jenis kelaminnya (unsexing) yang merupakan strain New Lohman MB-202 yang berjumlah 100 ekor ayam pedaging. Metode penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan 4 ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan P0 (Pakan tanpa penggantian bungkil kedelai), P1 (Pakan dengan penggantian bungkil kedelai dengan biji asam fermentasi 25%), P2 (Pakan dengan penggantian bungkil kedelai dengan biji asam fermentasi 50%), P3 (Pakan dengan penggantian bungkil kedelai dengan biji asam fermentasi 75%), P4 (Pakan dengan penggantian bungkil kedelai dengan biji asam fermentasi 100%) dengan 4 ulangan setiap perlakuan. Data dianalisis dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan's.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap pH memberikan berpengaruh tidak nyata ($P>0,05$) dengan hasil rata-rata dari masing-masing perlakuan yaitu P0, P1, P2, P3, P4 yaitu (6,65), (6,63), (6,55), (6,63), (6,63). Pengaruh masing-masing perlakuan terhadap viskositas memberikan pengaruh tidak nyata ($P>0,05$) dengan hasil rata-rata berturut-turut yaitu sebagai berikut P0 (69,25 cm/column); P1 (69,25 cm/column); P2 (69,00 cm/column); P3 (70,00 cm/column); P4 (69,00 cm/column). Perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai panjang vili ($P<0,05$) dengan hasil rata-rata berturut-turut yaitu P0 (634,25 μm), P1 (708,50 μm), P2(682,50 μm) P3 (697,50 μm) P4 (684,50 μm) Pengaruh masing-masing perlakuan terhadap lebar vili memberikan pengaruh nyata terhadap nilai lebar vili ($P>0,05$). Dengan hasil rata-rata yang berturut-turut yaitu yaitu P0 (109,00 μm), P1 (108,80 μm), P2 (116,75 μm), P3 (117,63 μm), P4 (104,15 μm). Pengaruh masing-masing perlakuan terhadap kedalaman kripta memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) dengan hasil rata-rata berturut-turut yaitu P0 (115,97 μm), P1 (116,00 μm), P2(118,88 μm), P3 (113,55 μm) P4 (120,90 μm). Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa penggunaan tepung biji asam fermentasi sebagai substitusi bungkil kedelai dalam pakan pedaging mampu meningkatkan panjang vili, lebar dan kedalaman kripta. Namun, belum mampu memberikan dampak signifikan pada pH usus dan viskositas.

DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRACT	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Kegunaan Penelitian	3
1.5 Kerangka Pikir	3
1.6 Hipotesis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Asam Jawa (<i>Tamarindus indica L</i>)	6
2.2 Fermentasi	8
2.3 Ayam Pedaging	8
2.4 Karakteristik Usus Ayam Pedaging	11
2.4.1 pH Usus Halus	12
2.4.2 Viskositas Ayam Pedaging	12
2.4.3 Panjang dan lebar Villi.....	13
2.4.4 Kedalaman Kripta	13
BAB III MATERI DAN METODE	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	15
3.2 Materi Penelitian	15
3.2.1 Ayam Pedaging	15
3.2.2 Biji Asam Jawa.....	15
3.3 Kandang dan Peralatan.....	16
3.4 Pakan.....	16
3.5 Metode Penelitian	18
3.6 Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.6.1 Persiapan Kandang dan Peralatan.....	18
3.6.2 Penggunaan Tepung Biji Asam	18

Isi	Halaman
3.6.3 Persiapan Perlakuan Normal	19
3.6.4 Pemeliharaan	19
3.6.5 Prosedur Pematangan Ayam Pedaging	19
3.6.6 Prosedur Pengambilan Sampel Usus	19
3.7 Variabel Penelitian	10
3.8 Analisis Data	20
3.9 Tahap Analisis Sampel	20
3.10 Batasan Istilah	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Usus	23
4.2 Pengaruh Perlakuan Terhadap Panjang Villi	24
4.3 Pengaruh Perlakuan Terhadap Lebar Villi	27
4.4 Pengaruh Perlakuan Terhadap Kedalaman Kripta	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Kesimpulan	29
4.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pikir penelitian.....	4
2. Buah asam jawa (<i>Tamarindus indica L</i>)	5
3. Bagian Villi yang diukur.....	14
4. Proses pembuatan tepung biji Asam Jawa.....	15
5. Tata letak kandang penelitian	16
6. Sistematika penelitian	17
7. Gambar Panjang Villi Perbesaran 200 kali.....	21
8. Gambar Lebar Villi Perbesaran 200 kali.....	27
9. Gambar Kedalaman Kripta Perbesaran 200 kali.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi nutrisi biji asam	7
2. Produksi enzim selulase dan manase pada berbagai jenis kapang.	9
3. Kandungan zat makanan bahan pakan.....	17
4. Susunan zat makanan pakan perlakuan	17
5. Kandungan zat makanan pakan perlakuan	17
6. Rata-rata pengaruh perlakuan terhadap pH usus, panjang vili, lebar vili dan kedalaman kripta usus ayam pedaging	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data suhu kandang 1 periode (°C).....	37
2. Koefisien keragaman bobot badan (g/ekor).....	38
3. Data Variabel	40
4. Analisis Statistik pH Usus Ileum	41
5. Analisis Statistik Viskositas	45
6. Analisis Statistik Panjang Vili	46
7. Analisis Statistik Lebar Vili.....	48
8. Analisis Statistik Kedalaman Kripta.....	51
9. Dokumentasi	54

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

>	: Lebih Besar	ND	: <i>Newcastle Disease</i>
<	: Lebih Kecil	pH	: Potensial Hidrogen
%	: Persentase	PK	: Protein Kasar
±	: Kurang Lebih	RAL	: Rancangan Acak Lengkap
°	: Derajat	sd	: Standar deviasi
ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i>	SK	: Serat Kasar
BAF	: Biji Asam Fermentasi	SK	: Sumber keragaman
BETN	: Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen	SNI	: Standar Nasional Indonesia
BK	: Bahan Kering		
BR	: Broiler		
Ca	: Kalsium		
Cm	: Centimeter		
db	: Derajat Bebas		
dkk	: Dan kawan-kawan		
DMRT	: <i>Duncan's Multiple Range Test</i>		
DOC	: <i>Day Old Chicken</i>		
EM	: Energi Metabolisme		
et al	: <i>et alii</i>		
g	: Gram		
HE	: Hemstoxylin-Eosin		
Kg	: Kilogram		
KK	: Koefisien keragaman		
KT	: Kuadrat tengah		
Kkal	: Kilokalori		
Maks.	: Maksimal		
MBM	: <i>Meat Bone Meal</i>		
Min.	: Minimal		
mg	: miligram		
ml	: mililiter		
Na	: Natrium		

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan protein hewani di Indonesia saat ini sangat tinggi, dengan seiring meningkatnya jumlah penduduk serta kesadaran masyarakat bahwa protein hewani diperlukan dalam memenuhi kebutuhan gizi. Protein hewani menjadi sangat penting karena mengandung asam-asam amino yang dibutuhkan manusia untuk lebih mudah dicerna dan lebih efisien pemanfaatannya. Komoditas peternakan sumber protein hewani yang dapat diandalkan salah satunya adalah ternak unggas terutama ayam pedaging. Keterpurukan usaha peternakan unggas sebagian besar disebabkan oleh ketergantungan bahan pakan impor terutama bungkil kedelai, jagung dan tepung ikan sedangkan bahan pakan lokal masih terbatas pada efisiensi pakan yang rendah. Sehingga menyebabkan harga pakan ayam pedaging semakin lama semakin mahal. Penggunaan bungkil kedelai selalu digunakan dalam formula pakan dan banyaknya dapat mencapai 25-50 % dari total pakan. Bungkil kedelai memiliki kandungan protein tinggi yang terkandung sebagai sumber protein dalam pakan unggas. Astuti (2007) menyatakan bahwa kandungan proteinnya yang tinggi dengan asam amino yang seimbang telah menempatkan bungkil kedelai sebagai bahan pakan dengan sumber protein yang handal sehingga meningkatkan harga pakan.

Salah satu upaya dari kesulitan ini perlu dilakukan pemanfaatan bahan pakan lain yang setara kualitas nutrisinya dengan bungkil kedelai, mudah tersedia, murah serta aman bagi kesehatan. Salah satu bahan pakan lokal yang berpotensi untuk menggantikan bungkil kedelai adalah biji asam jawa. Asam jawa dengan nama latin *Tamarindus Indica L* merupakan tanaman leguminosa yang banyak dijumpai di Indonesia. Beberapa bagian tumbuhan asam jawa dapat dimanfaatkan untuk keperluan pangan, seperti biji buahnya memiliki potensi sebagai bahan baku pakan alternatif. Menurut Koni, Agustinus, dan Antonius (2005) menyatakan bahwa biji asam dapat digunakan 7,5% dalam pakan pedaging. Asam Jawa dapat tumbuh dan berproduksi pada lahan yang kurang subur, serta biaya budidaya lebih murah dibandingkan dengan bungkil kedelai, sehingga produksi asam yang cukup melimpah yang mampu menggantikan bungkil kedelai.

Ditinjau dari segi produktivitas yang lebih tinggi, serta nilai nutrisinya biji asam mampu menggantikan ketersediaan bungkil kedelai sebagai bahan baku pakan lokal. Kandungan nutrisi biji asam mengandung : protein kasar 22,4 – 31,3 %, lemak kasar 3,98%, serat kasar 3,67%, bahan kering 89,14%, kalsium 1,2%, phospor 0,11%, abu 3,25%, BETN 75,98%, dan energi metabolis 3368 Kkal/kg (Tualaka, Wea dan Koni. 2012). Koni dkk (2005) juga mengemukakan bahwa salah satu pembatas penggunaan biji asam dalam pakan yakni dengan adanya anti nutrisi tanin dalam biji asam. Tanin merupakan suatu senyawa metabolik sekunder yang dihasilkan oleh tanaman. Zat tanin dalam pakan dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat karena tanin dapat mengikat dan menurunkan daya cerna protein.

Salah satu cara untuk menurunkan atau menghilangkan zat-zat anti nutrisi ini melalui proses fermentasi. Fermentasi merupakan salah satu teknologi pengolahan yang dapat digunakan dengan bantuan *Rhizopus oligosporus*. Biji asam yang difermentasi mempunyai kandungan gizi yang lebih baik karena *Rhizopus oligosporus* dapat menekan kandungan tannin serta enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme ini dapat memecahkan senyawa kompleks yang ada pada biji asam.

Usus halus (*intestinum tenue*) merupakan saluran panjang berkelok-kelok dengan panjang kira-kira 5-7 meter dan organ utama tempat berlangsungnya absorpsi produk pencernaan yang mempunyai peranan penting dalam transfer nutrisi (Suprijatna, *et al.*, 2008). Secara anatomik, usus halus dibagi menjadi 3 bagian, yaitu: duodenum, jejunum, dan ileum. Ileum yang merupakan bagian paling ujung dari usus halus berfungsi dalam proses penyerapan nutrisi dikarenakan penyerapan nutrisi terbesar terjadi dalam ileum. Ileum memiliki peranan mengabsorpsi nutrisi seperti asam amino, vitamin, dan monosakarida. Setiap bagian usus halus terdiri dari empat selaput atau lapisan yaitu mukosa, submukosa, tunika muskularis, dan adventisia atau serosa.

Pada lapisan mukosa usus halus terdapat suatu bentuk khusus berupa vili-vili. Vili berfungsi untuk memperluas permukaan area lumen serta mengefisienkan proses absorpsi. Pertambahan bobot badan setiap ternak dipengaruhi oleh seberapa besarnya penyerapan (absorpsi) zat-zat makanan dalam saluran cerna. Kemampuan usus dalam memanfaatkan nutrisi ditentukan oleh perkembangan organ saluran pencernaan. Dengan penambahan tepung biji asam fermentasi pada pakan ayam pedaging maka dapat berpotensi mempengaruhi karakteristik usus halus. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi biji asam jawa yang telah difermentasi sebagai bahan formulasi pakan khususnya untuk ternak unggas terhadap morfologi usus ayam pedaging yang meliputi pH usus, viskositas cairan usus halus (cm/column), tinggi vili (μm), lebar vili (μm) dan kedalaman kriptas (μm) pada usus halus pada segmen ileum pada usus halus.

1. 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dijabarkan, rumusan masalah yang diangkat untuk penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh Penggunaan Tepung Biji Asam (*Tamarindus indica L*) terfermentasi Dalam Pakan sebagai substitusi bungkil kedelai dalam bahan formulasi pakan khususnya untuk ternak unggas terhadap karakteristik Usus Ayam Pedaging.

1. 3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Penggunaan Tepung Biji Asam (*Tamarindus indica L*) Terfermentasi dalam pakan terhadap karakteristik usus ayam pedaging yang meliputi pH usus, viskositas cairan usus halus, tinggi vili, lebar vili dan kedalaman kriptas pada usus halus pada segmen ileum pada usus halus.

1. 4. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini berguna mengetahui pengaruh biji asam (*Tamarindus indica L*) yang di fermentasi dalam pakan terhadap karakteristik usus halus ayam pedaging dan diharapkan dapat memberikan informasi tentang potensi biji asam sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya.

1. 5. Kerangka Pikir

Pakan merupakan salah satu faktor penting untuk menentukan keberhasilan suatu usaha ternak. Harga pakan ayam pedaging yang semakin mahal disebabkan oleh sebagian penyusun bahan pakan masih bergantung dari impor terutama bungkil kedelai dan tepung ikan. Bungkil kedelai digunakan dalam formula pakan yang dapat mencapai 30% dari total pakan. Kandungan protein tinggi yang terkandung mendominasi bungkil kedelai sebagai sumber protein dalam pakan unggas. Astuti (2007) menyatakan bahwa kandungan proteinnya yang tinggi dengan asam amino yang seimbang telah menempatkan bungkil kedelai sebagai bahan pakan sumber protein yang handal sehingga meningkatnya harga bungkil kedelai tentu akan sangat berpengaruh pada meningkatnya harga pakan. Dilakukan pemanfaatan bahan pakan lain yang setara kualitas nutrisinya dengan bungkil kedelai, mudah tersedia, dan murah. Biji asam merupakan limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan pakan lokal yang berpotensi untuk menggantikan bungkil kedelai.

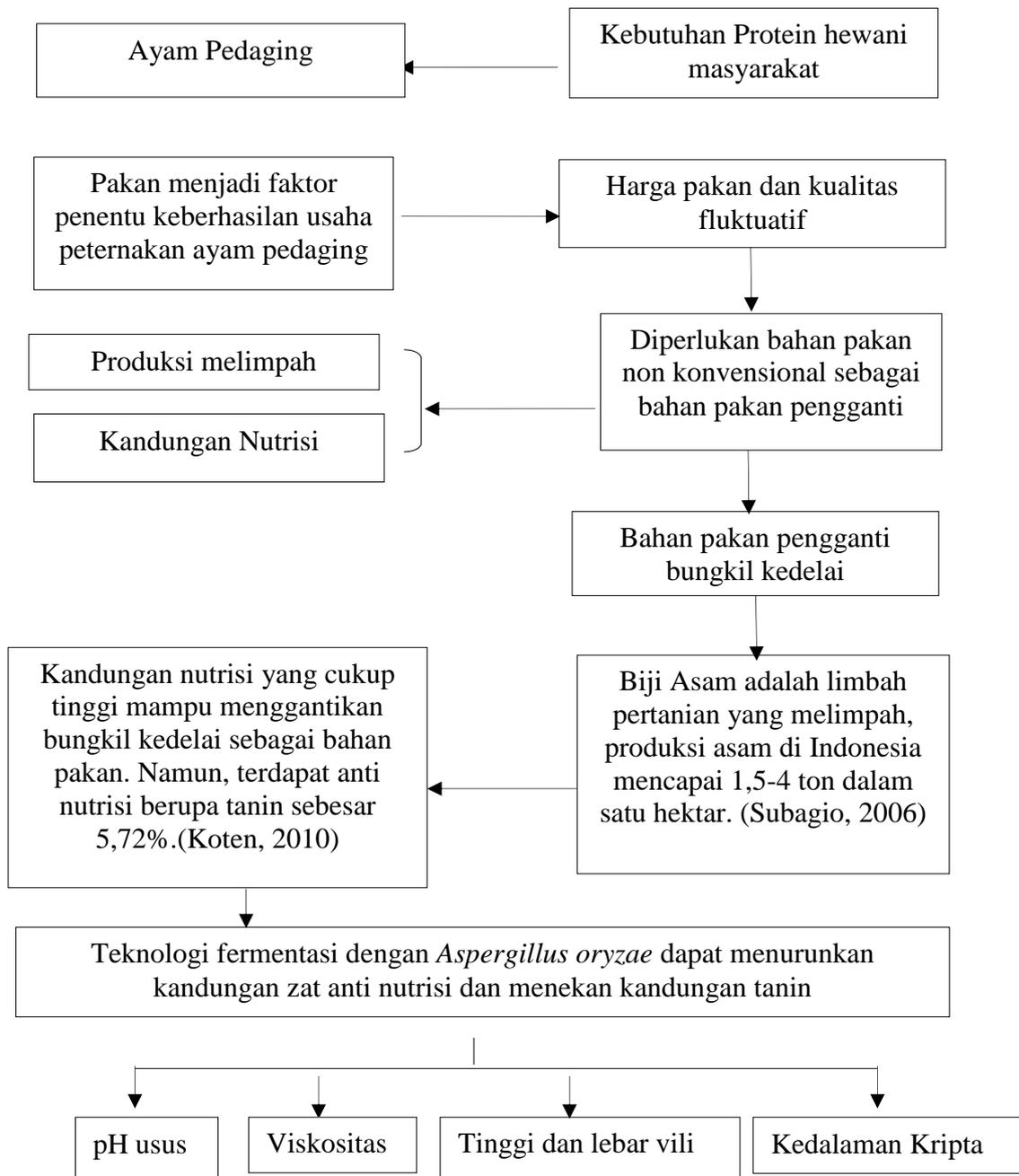
Asam Jawa merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia. Pohon asam jawa dapat memproduksi buah sebanyak 150-500 kg/pohon/tahun, dapat tumbuh dan berproduksi pada lahan yang kurang subur serta biaya budidaya lebih murah dibandingkan dengan kedelai. Produksi asam yang cukup melimpah mampu menggantikan bungkil kedelai. Menurut Subagio (2006), asam jawa merupakan tanaman asli Indonesia, dapat dipanen lebih dari 5 kali dalam sekali tanam dengan hasil biji kering lebih dari 1 ton/ha sekali panen. Bagian tumbuhan asam jawa dapat dimanfaatkan untuk keperluan pangan. Buah asam dapat digunakan sebagai minuman tradisional, masakan dapur maupun permen dan biji buahnya memiliki potensi sebagai bahan baku pakan alternatif. Bagian dari tumbuhan ini, baik dari akar hingga daunnya, dapat digunakan untuk berbagai macam tujuan (Putri, 2014). Buahnya mengandung biji yang memiliki kandungan nutrisi yang mampu memenuhi kebutuhan protein pakan unggas. Biji asam jawa memiliki potensi untuk dijadikan bahan pakan unggas karena memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu 2,8 gram/100 gram biji (Kartika, Nurjazuli, dan Budiyo, 2016). Kandungan nutrisi biji asam mengandung protein kasar 22.4-31.3%, lemak kasar 3,98%, serat kasar 3,67%, bahan kering 89,14%, kalsium 1,2%, fosfor 0,11%, abu 3,25%, BETN 75,98%, dan energi metabolis 3368 Kkal/kg.

Fermentasi merupakan salah satu teknologi pengolahan yang mampu meningkatkan kandungan nutrisi berupa protein dan menurunkan atau menghilangkan zat-zat anti nutrisi seperti tanin. Inokulan yang digunakan untuk fermentasi yaitu dengan menggunakan mikroorganisme kapang. Penggunaan kapang memiliki peran dalam penurunan antinutrisi dengan pemecahan senyawa-senyawa kompleks menjadi ikatan-ikatan yang lebih sederhana sehingga senyawa-senyawa toksik terhidrolisis dan dapat dimanfaatkan oleh kapang itu sendiri (Oetari, 2006). Fermentasi dapat meningkatkan kualitas nutrisi bahan pakan, karena pada proses fermentasi terjadi perubahan kimiawi senyawa-senyawa organik (karbohidrat, lemak, protein, serat kasar dan bahan organik lain) baik dalam keadaan *aerob* maupun *anaerob*, melalui kerja enzim yang dihasilkan mikroba (Sukaryana, 2011).

Berbagai jenis kapang yang sering dipergunakan untuk fermentasi adalah *Aspergillus niger*, *Rhizopus oligosporus* (kapang tempe), *Neurospora crassa* (kapang oncom merah) dan lain-lain. Proses fermentasi menggunakan kapang dapat merubah senyawa-senyawa yang ada di dalam substrat untuk pertumbuhan dan pembentukan protein, sehingga produk fermentasi merupakan bahan pakan dengan kandungan protein yang lebih tinggi. Terjadi perombakan bahan-bahan kompleks menjadi lebih sederhana sehingga mudah dicerna dan diserap oleh ternak. Perombakan ini terjadi karena pada proses fermentasi, kapang memproduksi enzim. Keuntungan ganda diperoleh dari fermentasi yaitu kandungan protein meningkat dan enzim yang diproduksi kapang membantu dalam pencernaan bahan (Rohmani, 2003). Kemampuan mikroba menghasilkan enzim tergantung pada jenis bakteri,

volume inoculum dan media tumbuh bakteri. Pemilihan jenis bakteri untuk fermentasi harus memperhatikan jenis substrat yang digunakan. Dosis inokulasi *starter* bakteri adalah 2% dari total substrat yang digunakan (Wizna *et al*, 2008).

Koni dkk, (2013) menyatakan bahwa, biji asam yang difermentasi mempunyai kandungan gizi yang lebih baik dengan adanya *Rhizopus oligosporus* yang dapat menekan kandungan tanin dan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme ini dapat memecahkan senyawa kompleks yang ada pada biji asam. Senyawa kompleks yang terkandung dalam biji asam dapat terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga meningkatkan daya cerna pakan. Biji Asam yang telah diolah dengan cara fermentasi dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pengganti bungkil kedelai. Metode penggunaan tepung biji asam jawa fermentasi ini menggunakan jumlah kadar yang berbeda yaitu sebanyak 25%, 50%, 75% dan 100% sehingga dari masing-masing perlakuan mampu menampilkan perbedaan dan dapat diketahui hasil yang dicapai dalam pengaruh penggunaan tepung biji asam fermentasi dibandingkan dengan tanpa penggunaan tepung biji asam fermentasi sebagai kontrol terhadap karakteristik usus ayam pedaging. Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh penggunaan tepung biji asam fermentasi sebagai substitusi bungkil kedelai dalam pakan terhadap pH usus, viskositas, panjang villi, lebar dan kedalaman kriptum ayam pedaging Kerangka penelitian ini dipaparkan dalam bentuk skema yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kerangka pikir penelitian

1.6 Hipotesis

Penggunaan Tepung Biji Asam (*Tamarindus indica L*) fermentasi sebagai pengganti bungkil kedelai dalam pakan dapat memberikan hasil yang relatif sama terhadap pH usus, viskositas cairan usus, tinggi vili, lebar vili dan kedalaman kripta pada usus halus pada segmen ileum pada usus halus.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asam Jawa

Asam Jawa (*Tamarindus indica L*) merupakan tumbuhan yang banyak tumbuh di daerah beriklim tropis. Asam jawa dapat memproduksi buah sebanyak 150 - 500 kg/pohon/tahun. Asam jawa mudah ditemukan, serta mudah dalam proses panen serta bebas dari hama dan penyakit. Buah asam berbentuk polong dan umumnya memiliki panjang 5 – 15 cm. Buah asam terdiri dari 3 bagian utama, yakni : kulit buah, daging buah dan biji. Kulit buah meliputi 30% berat buah asam dan dikelompokkan sebagai limbah pengolahan buah asam (Singh,Wangchu and Mood 2007).

Karakteristik pohon asam yaitu tahan angin, cabang kuat, dan memiliki permukaan kasar, kulit pohon pecah-pecah dan berwarna abu-abu gelap. Pohon asam jawa dapat tumbuh baik hingga ketinggian 1.000 m pada tanah berpasir atau tanah liat, khususnya di wilayah yang musim keringnya jelas dan cukup panjang. Di Indonesia pohon asam jawa ditemukan di dataran rendah sebagai pohon penayang dan di tepi-tepi jalan raya sebagai peneduh (Dirhamsyah,2018).



Gambar 2. buah Asam Jawa (*Tamarindus indica L*)
Sumber : Soemardji (2007).

Klasifikasi asam jawa sebagai berikut :

- Kingdom : Plantae (tumbuhan)
- Subkingdom : Tracheobionta (berpembuluh)
- Superdivisio : Spermatophyta (menghasilkan biji)
- Divisio : Magnoliophyta (berbunga)
- Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
- Sub-kelas : Rosidae
- Ordo : Fabales
- Familia : Fabaceae (suku polong-polongan)
- Genus : *Tamarindus*
- Spesies : *Tamarindus indica L*

Asam jawa (*Tamarindus indica*) termasuk ke dalam suku *Fabaceae* (Leguminosae). *Tamarindus indica L*. merupakan tanaman berlimpah yang ada di negara-negara Asia. Asam Jawa (*Tamarindus indica L*) merupakan tanaman yang tersebar luas hampir di seluruh dunia. Pohon asam pada mulanya berasal dari wilayah tropis Afrika, kemudian telah hidup beradaptasi di hampir 50 negara di dunia. Saat ini pohon asam telah tersebar di 54 negara terutama di negara-negara Asia yang meliputi India, Thailand, Bangladesh, Sri Lanka dan Indonesia dengan populasi terbesar (Singh *et.al*, 2007) .

Asam jawa kaya akan protein mengandung jumlah tinggi dari banyak asam amino esensial, seperti isoleusin, leusin, lycine, metionin, fenilalanin, valin. Biji asam juga sumber yang baik dari asam lemak esensial, mineral terutama kalsium, fosfor dan kalium yang relatif tinggi dibandingkan dengan kacang-kacangan lainnya. Senyawa yang diekstrak dari biji asam, memiliki aplikasi seperti eksipien dalam sistem pengiriman obat, dalam penyembuhan penyakit dan gangguan serta sebagai imunitas penguat. Berbagai komponen diekstrak dari biji asam jawa berguna sebagai aditif, pengemulsi, dan pembentuk gel dalam industri makanan. Manfaat kesehatan dari biji asam yang memiliki potensi besar untuk dieksplorasi dan dikembangkan dalam hal makanan, farmasi, maupun manfaat industri, sedangkan bunga dan daun asam jawa biasanya dikonsumsi sebagai sayuran (Bagul,Sachin,Shalini 2015).

Biji asam bentuknya tidak beraturan dan berwarna coklat tua atau hitam mengkilat. Sebagian besar biji asam jawa mengandung tannin terutama pada kulit bijinya. Warna kulit biji yang makin gelap menandakan kandungan tannin makin tinggi. Biji dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu kulit biji (Spermodermis), kulit ari tali pusar (Funiculus), dan inti biji (Nukleus seminis). Kulit biji terdiridari lapisan luar, lapisan tengah dan lapisan kulit dalam. Inti biji asam terdiri dari lembaga (Embrio), dan puti lembaga (albumen) yang berupa jaringan cadangan makanan untuk permulaan pertumbuhan. Tanaman ini memiliki pohon besar seperti pohon cemara yang memiliki tinggi 25 - 30 meter, daun lebih atau kurang, dan diameter hingga 2 meter serta mahkota padat rimbun, secara luas menyebar, dan bulat.

Biji asam Jawa dapat dipergunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi karena pertimbangan kandungan tannin dalam biji tersebut. Tanin merupakan senyawa fenol yang larut dalam air, dengan berat molekul antara 500-3000 dapat mengendapkan protein dari larutan. Sebagian besar biji asam jawa mengandung tanin terutama pada kulit bijinya. Warna kulit biji yang makin gelap menandakan kandungan tanin makin tinggi. Berdasarkan pengamatan Rao (2005) tannin yang dikandung dalam tanaman merupakan zat aktif yang menyebabkan proses koagulasi dan polimer alami seperti pati berfungsi sebagai flokulan dan koagulan. Tanin dapat dihidrolisa oleh asam, basa, dan enzim. Bungkil kedelai mengandung tanin 0,1 % BK, sedangkan biji asam jawa mengandung tanin sebesar 20,2 % yang bersifat sebagai koagulan dan polimer alami seperti pati sebesar 30,1 % yang berfungsi sebagai flokulan. Menurut Akmal dan Maizar (2013) menyatakan bahwa bahwa kandungan 1% tanin dalam ransum akan mempengaruhi pertumbuhan seekor ternak akan tetapi hanya 0,5% tidak mempengaruhi pertumbuhan.

Komposisi nutrisi biji asam di India terdiri atas : PK 14,0±1,16%; lemak 7,84±0,64%; BETN 58,83%; SK tercerna 14,75%±2,16%; energi 3510,994 Kkal/kg BK; air 7,24±1,12%; dan 4,58±0,42% abu; fraksi protein; asam amino, asam lemak, mineral lengkap. Komposisi asam amino yang terkandung dalam biji asam dapat disejajarkan dengan kandungan asam amino dalam kedelai. Menurut Vadivel dan Pugalenth (2010) menyatakan bahwa biji asam memiliki kandungann protein kasar sekitar 18-20% dengan kandungan, jumlah dan keseimbangan asam amino yang sebanding dengan jagung tapi lebih tinggi dalam kandungan metionin dan sistin yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi nutrisi biji Asam Jawa

Senyawa	Jumlah
Tanin	0,07 g/ml
Karbohidrat	0,0651-0,074 g/ml
Kalsium	0,00021 g/ml
ASH	0,025-0,032 g/ml
Lemak	0,06-0,074 g/ml
Serat	0,007-0,43 g/ml
Asam Lenoat	0,0278-0,0343 g/ml
Asam oleat	0,0163-0,021 g/ml
Fosfor	0,00237 g/ml
Protein	0,171-0,201 g/ml

Sumber: Duke's (2007)

Biji asam merupakan sumber kalsium yang baik dan benihnya mengandung fosfor, magnesium dan kalium. Kandungan nutrisi biji asam mengandung : protein kasar 22,4-31,3 %, lemak kasar 3,98%, serat kasar 3,67%, bahan kering 89,14%, kalsium 1,2%, fosfor 0,11%, abu 3,25%, BETN 75,98%, dan energi metabolis 3368 Kkal/kg (Tualaka dan Koni 2012). Komposisi asam amino dalam biji asam sejajar dengan kandungan asam amino dalam kedelai. Soemardji (2007) menyatakan bahwa biji asam memiliki kandungan air 13%, 20% protein, 5,5% lemak, 59% karbohidrat, 2,4% abu dan tetap berada amyloid, phytohemagglutinins dan bersifat flavonoid.

Berdasarkan data yang telah tercantum, terdapat beberapa keunggulan biji asam sebagai bahan baku pakan alternatif antara lain banyak ditemukan di sebagian besar wilayah di Indonesia. Kandungan nutrisi berdasarkan analisis proksimat telah Tersedia, namun terdapat kendala pada penggunaan biji asam sebagai bahan baku pakan alternatif antara lain menyatakan bahwa dalam biji asam terkandung antinutrisi (tanin). Analisa kandungan nutrisi biji asam masih yang belum lengkap, dan kebijakan tentang pengembangan pohon asam sebagai bahan pakan belum tersedia.

2.2 Fermentasi dan *Aspergillus oryzae*

Kandungan nutrisi asam yang terdapat zat antinutrisi dapat diatasi dengan melakukan pengolahan, salah satu jenis pengolahan yang biasa dilakukan adalah fermentasi. Supriyati, Pasaribu, Hamid, Sinurat (1998) menyatakan bahwa fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein kasar dan menurunkan kandungan serat kasar. Secara umum semua produk akhir fermentasi mengandung senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna daripada bahan asalnya sehingga dapat meningkatkan nilai gizinya. Bahan pakan produk fermentasi dapat disimpan tahan lama. Fermentasi dapat meningkatkan kualitas nutrisi bahan pakan, karena pada proses fermentasi terjadi perubahan kimiawi senyawa-senyawa organik (karbohidrat, lemak, protein, serat kasar dan bahan organik lain) baik dalam keadaan *aerob* maupun *anaerob*, melalui kerja enzim yang dihasilkan mikroba (Mustafa dkk, 2017). Fermentasi juga berfungsi untuk sebagai salah satu cara pengolahan pengawetan bahan yang dapat mengurangi bahkan dapat menghilangkan zat beracun yang dikandung suatu bahan dan merupakan proses perubahan-perubahan kimia karena adanya enzim yang dihasilkan oleh mikroba hidup tertentu dalam suatu substrat organik yang berlangsung karena adanya aksi katalisator biokimiawi. Untuk berlangsungnya proses fermentasi oleh suatu mikroba perlu adanya medium yang mengandung nutrisi untuk media pertumbuhan, bahan pembentuk sel dan biosintesis produk produk metabolisme. Mikroba yang berasal dari lingkungan sekitar berperan aktif dalam proses fermentasi spontan dan berkembang biak secara spontan.(Hasanah, 2013)

Jenis kapang yang sering dipergunakan untuk fermentasi adalah *Aspergillus niger*, *Rhizopus oligosporus* (kapang tempe), *Neurospora crassa* (kapang oncom merah) dan lain-lain. Proses fermentasi menggunakan kapang dapat merubah senyawa-senyawa yang ada di dalam substrat untuk pertumbuhan dan pembentukan protein, sehingga produk fermentasi merupakan bahan pakan dengan kandungan protein yang lebih tinggi. Selain itu terjadi pula perombakan bahan-bahan kompleks menjadi lebih sederhana sehingga mudah dicerna dan diserap oleh ternak. Perombakan ini terjadi karena pada proses fermentasi, kapang memproduksi enzim, secara umum semua produk akhir fermentasi biasanya mengandung senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna daripada bahan asalnya sehingga dapat meningkatkan nilai gizinya (Purwadaria *et al.*,1995; Sinurat dkk., 1996; Supriyati dkk.,1998)

Pertumbuhan kapang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kadar air. Kadar air yang terlalu tinggi dapat mengurangi penetrasi udara dan memungkinkan bakteri kontaminan untuk tumbuh dengan baik. Kapang akan tumbuh baik pada kadar air optimum sebesar 0,8%. Kebanyakan kapang bersifat mesofilik yaitu dapat tumbuh baik pada suhu kamar. Semua kapang bersifat aerobik yaitu membutuhkan udara untuk pertumbuhannya. Kebanyakan kapang akan lebih baik pada kondisi asam atau pH rendah. Menurut Nasrun, Jalaluddin dan, Mahfuddhah (2015) menyatakan bahwa mikroorganisme mempunyai kisaran pH optimal terhadap lingkungan hidupnya. Keasaman atau pH medium adalah salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan pembentukan produk dalam proses

fermentasi. Serta faktor lain yang dapat mempengaruhi fermentasi adalah mikroorganisme dan media yang digunakan, dan juga pemilihan jenis bakteri untuk fermentasi harus memperhatikan jenis substrat yang digunakan. Dosis inokulasi *starter* bakteri adalah 2% dari total substrat yang digunakan (Wizna *et al.*, 2008). *Aspergillus oryzae* dapat memproduksi enzim selulase dan manase tertinggi dibandingkan dua jenis mikroba lainnya. Kemampuan tiga jenis mikroba yaitu *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus oryzae*, dan *Eupenicillium japonicum* dalam menghasilkan enzim dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Produksi enzim selulase dan manase pada berbagai jenis kapang

	Substrat	
	Pollard	Tangkos
Aktivitas selulase (U/mg protein)		
<i>Aspergillus oryzae</i>	60,7	391
<i>Rhizopus oryzae</i>	22,8	124
<i>Eupenicillium japonicum</i>	22,7	332
Aktivitas manase (U/mg protein)		
<i>Aspergillus oryzae</i>	0,5	0,35
<i>Rhizopus oryzae</i>	0,33	0,03
<i>Eupenicillium japonicum</i>	0,21	10,1

Sumber : Rohmani (2003).

2.3. Ayam Pedaging

Usaha peternakan ayam pedaging mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan karena tingginya permintaan daging dan merupakan usaha yang sangat menguntungkan. Kunci dari kesuksesan dalam usaha peternakan ayam dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu penyediaan bibit unggul, pemenuhan kebutuhan pakan dan sistem manajemen pemeliharaan yang baik. Ketiga faktor produksi tersebut merupakan satu kesatuan sistem, sehingga saling terikat antar satu sama lain. Pakan adalah salah satu faktor yang sangat penting untuk mencapai suatu keberhasilan produktivitas ayam pedaging secara optimal, oleh karena itu kuantitas dan kualitas pakan diperhatikan. Biaya pakan merupakan komponen biaya utama dalam usaha peternakan ayam pedaging. Pakan untuk ayam pedaging merupakan faktor terpenting dalam usaha peternakan karena kontribusinya mencapai 60-70% dari total biaya produksi (Yuli, 2014). Ayam pedaging merupakan galur ayam hasil rekayasa teknologi yang memiliki karakteristik ekonomis dengan ciri khas pertumbuhan cepat sebagai penghasil daging, masa panen pendek. Pada umumnya ayam pedaging siap dipotong pada usia 35-45 hari. Ayam pedaging memiliki waktu pemeliharaan yang singkat, ayam pedaging umumnya dipanen pada umur 4 – 5 minggu dengan bobot atau antara 1,2 – 1,9 kg/ekor yang bertujuan sebagai sumber pedaging. Ayam pedaging memiliki sifat karakteristik badan yang besar, berlemak, memiliki gerak yang lamban dan memiliki pertumbuhan yang cepat, serta menghasilkan daging dengan kandungan protein yang tinggi. Ayam pedaging mempunyai karakter pertumbuhan yang cepat dan mempunyai kemampuan mengkonversi pakan menjadi daging dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan ternak unggas lainnya.

Pakan unggas umumnya merupakan campuran dari berbagai macam bahan pakan yang diformulasikan dengan batasan tertentu untuk menghasilkan formula pakan yang mengandung nilai gizi sesuai kebutuhan dari ayam pedaging. Sari dan Romadhon (2017) menyatakan bahwa pakan bagi ayam pedaging merupakan unsur penting untuk menunjang pertumbuhan, kesehatan dan suplai energi sehingga proses metabolisme dapat berjalan dengan baik. Oleh sebab itu untuk meningkatkan produktivitas ayam pedaging serta menekan biaya pakan perlu adanya efisiensi. Widodo (2009) menyatakan bahwa pakan yang dikonsumsi oleh ternak unggas sangat menentukan pertambahan bobot badan sehingga berpengaruh terhadap efisiensi suatu usaha peternakan. Syarat pakan yang dikonsumsi harus berkualitas baik yaitu mengandung zat makanan yang sesuai dengan kebutuhan ternak unggas manajemen pakan yang baik agar keuntungan yang dihasilkan dapat maksimal. Peternak dapat menggunakan pakan dengan bentuk lain yang dapat diterapkan untuk meminimalisir tercecer pakan dan mengurangi sifat memilih pakan dari ayam, misalnya dengan menggunakan pakan bentuk *crumble* (butiran). Munt *et al.* (1995) menyatakan bahwa bentuk pakan *crumble* dan pelet menghasilkan konversi pakan yang baik dibandingkan dengan pakan dalam bentuk *mash*. Pakan bentuk *crumble* dan pelet dapat mengurangi jumlah pakan yang hilang di dalam litter dibandingkan dengan pakan bentuk *mash*. Pakan bentuk pelet memiliki konversi yang lebih baik yakni 1,8 berbanding 1,9 dengan pakan bentuk *mash*.

Bungkil kedelai merupakan salah satu bahan pakan yang banyak digunakan dalam pakan ayam pedaging. Wahyu (1988) menyatakan bahwa bungkil kelapa mengandung protein kasar yang cukup tinggi yaitu sekitar 21 %, hampir sebanding dengan kandungan protein ransum komersial yaitu 21 – 23 %, sedangkan kandungan energi metabolis sebesar 2120 Kkal/kg. Kebutuhan zat makanan ayam ras pedaging dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Kebutuhan zat makanan ayam ras pedaging

Zat makanan	<i>Starter</i> (0 – 3 minggu)	<i>Finisher</i> (3 – 6 minggu)
Kadar air (%)	maks. 14,0	maks. 14,0
Protein (%)	min. 19,0	min. 18,0
Energi (Kkal EM/kg)	min. 2900	min. 2900
Abu	Maks 8.0	Maks 8.0
Serat kasar	Maks 6.0	Maks 6.0
Lisin (%)	min. 1,10	min. 0,90
Metionin (%)	min. 0,40	min. 0,30
Metionin + sistin (%)	min. 0,60	min. 0,50
Ca (%)	0,90– 1,20	0,90 – 1,20
P tersedia (%)	min. 0,40	min. 0,40
P total (perkiraan, %)	0,60 – 1,00	0,60 – 1,00

Sumber: SNI (2008)

Komponen pakan yang dibutuhkan oleh ternak sebagai zat makanan yaitu protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral yang mendukung produktivitas ternak unggas (Widodo, 2017). Kebutuhan air pada ayam juga menjadi penentu tingkat kesehatan ternak, karena sebagai sumber mineral seperti Na, Mg, sulfur dan air yang aman dikonsumsi adalah air bersih, sejuk dan pH antara 5-7, tidak berbau, tawar/tidak asin dan tidak mengandung racun maupun tidak tercemar oleh mikroba dari kotoran (Ketaren, 2010).

2.4. Karakteristik Usus Ayam Pedaging

Sistem pencernaan merupakan sistem yang terdiri dari saluran pencernaan organ-organ pelengkap yang berperan dalam proses perombakan bahan makanan, baik secara fisik maupun kimia, menjadi zat-zat makanan yang siap diserap oleh dinding saluran pencernaan. Pada ternak unggas khususnya ayam ras pedaging mempunyai saluran pencernaan yang sederhana, karena unggas merupakan hewan monogastrik yakni berlambung tunggal. Saluran-saluran pencernaan pada ayam unggas terdiri dari mulut, esophagus, proventriculus, usus halus, sekum, usus besar, dan kloaka (Abun dalam Hamzah, 2013).

Kemampuan adaptasi saluran pencernaan berdasarkan atas fungsi fisiologis yang tergantung pada pasokan nutrisi yang diberikan pada periode perkembangan awal setelah menetas. Status nutrisi dan pola pemberian pakan dapat mempengaruhi fungsi saluran pencernaan (Zhou *et al.*, 1990; Suthama dan Ardiningsasi, 2012). Secara anatomis, usus halus dibagi menjadi 3 bagian yaitu duodenum, jejunum, dan ileum. Ileum yang merupakan bagian paling ujung dari usus halus berfungsi dalam proses penyerapan nutrisi dikarenakan penyerapan nutrisi terbesar terjadi dalam ileum. Ileum memiliki peranan mengabsorpsi nutrisi, asam amino, vitamin, dan monosakarida. Setiap bagian usus halus terdiri dari empat selaput atau lapisan yaitu mukosa, submukosa, tunika muskularis, dan adventisia atau serosa.

Pada lapisan mukosa usus halus terdapat suatu bentuk khusus berupa vili-vili. Vili berfungsi untuk memperluas permukaan area lumen serta mengefisienkan proses absorpsi. Pertambahan bobot badan setiap ternak dipengaruhi oleh seberapa besarnya penyerapan (absorpsi) zat-zat makanan dalam saluran cerna. Kemampuan usus dalam memanfaatkan nutrisi ditentukan oleh perkembangan organ saluran pencernaan. Menurut Suprijatna dkk., (2008) usus halus merupakan organ utama tempat berlangsungnya pencernaan dan absorpsi produk pencernaan. Berbagai enzim yang masuk ke dalam saluran ini berfungsi mempercepat dan mengefisienkan pemecahan karbohidrat, protein, dan lemak untuk mempermudah proses absorpsi. Pada ayam dewasa, panjang usus halus berkisar antara 62 inci atau 1,5 meter, sebagian besar pencernaan terjadi di dalam usus halus, dan juga terjadi pemecahan zat-zat pakan menjadi bentuk yang sederhana, dan hasil pemecahannya disalurkan ke dalam aliran darah melalui gerakan peristaltik di dalam usus halus. Pada saluran pencernaan, khususnya pada usus halus, patogen yang sering menyebabkan gangguan adalah patogen yakni *Escherichia coli*. Sudah banyak dilaporkan bahwa mikroorganisme patogen, seperti *Escherichia coli* yang terdapat dalam saluran pencernaan, dapat merusak mukosa saluran pencernaan secara potensial (Wresdiyati dkk., 2013). Banyak faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan usus, di antaranya adalah lingkungan dan bahan makanan yang masuk ke dalam saluran pencernaan (Mitchell and Carlisle, 1992). Komposisi zat dalam pakan dan zat aktif dalam ekstrak tanaman tertentu yang dibubuhkan dalam pakan akan mempengaruhi pertumbuhan vili usus (Jamroz *et al.*, 2006).

2.4.1 pH Usus Halus

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai pH > 7 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH < 7 menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah, namun dalam mengukur pH usus menggunakan pH meter. Pengukuran pH usus halus dilakukan

dengan cara digesta ileum dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam wadah penampung, kemudian dilakukan pengukuran pH dengan menggunakan pH meter (Sjofjan, Eko, Achmanu, 2013).

pH, suhu dan kandungan nutrisi merupakan faktor pendukung lingkungan yang sesuai untuk kehidupan bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat mempengaruhi potensial hidrogen (pH) pada saluran pencernaan karena bakteri asam laktat mempunyai kemampuan untuk mengontrol bakteri patogen. Asam laktat yang tinggi menyebabkan pH saluran pencernaan menjadi rendah atau asam sehingga mikroba lain terutama mikroba *Colliform* tidak dapat tumbuh (McNaught and MacFie, 2000). Bakteri asam laktat dapat hidup dan tumbuh pada kondisi pH 2 - 6,5 (Hardiningsih *et al.*, 2006). pH pada saluran pencernaan rendah maka mikroba patogen tidak dapat bertahan hidup sedangkan mikroba non patogen dapat meningkatkan pertumbuhannya. Kondisi pH yang rendah di ileum dapat menekan jumlah bakteri patogen dan meningkatkan bakteri non patogen. (Widodo, 2015)

pH usus Menurut Gauthier (2007), menyatakan bahwa pH digesta normal pada setiap bagian usus halus berbeda-beda, pada duodenum pH 5-6, jejunum 6,5-7 dan ileum 7-7,5. Duodenum merupakan bagian usus halus yang memiliki pH asam antara 4-5, dengan penambahan asam organik dapat menjaga agar pH tetap dalam kondisi normal meskipun suhu lingkungan kandang tinggi, sehingga vili usus berkembang dengan baik. Berbeda halnya dengan bagian jejunum (pH 5-6) dan ileum (pH 6-4) pada dasarnya merupakan bagian usus halus yang secara alami memiliki pH netral.

2.4.2. Viskositas Cairan Usus halus

Viskositas adalah suatu cara untuk menyatakan berapa daya tahan dari aliran yang diberikan oleh suatu cairan. Definisi lain dari viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Viskositas rendah dapat dikatakan apabila encer dan viskositas tinggi dikatakan apabila kental, semakin besar viskositas zat cair maka semakin lama kecepatan zat pakan dalam proses pencernaan. Kekentalan merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir. Kekentalan dipengaruhi oleh suhu, konsentrasi, larutan dan bahan terlarut. Pada saluran pencernaan ayam pedaging indikasi pencernaan pakan yang baik dapat diteliti dari viskositas usus. Sjofjan (2015) menyatakan bahwa jenis pakan perlakuan berpengaruh pada viskositas digesta usus halus. Viskositas meningkat dari proksimat ke saluran pencernaan distal akibat pengaruh dari konsentrasi senyawa bahan pakan yang memberikan efek terhadap viskositas selama proses pencernaan karena hidrasi yang meningkat dari senyawa tersebut (Mehri, Adibmoradi, Samie, and Shevazad, 2010)

Menurut Fitasari (2009) menyatakan bahwa semakin rendah viskositas usus dan aktivitas enzim protolitik berkorelasi dengan performa ayam pedaging. Bird (2006) melaporkan bahwa jumlah bakteri yang tidak seimbang di usus dapat menyebabkan peningkatan viskositas usus. Pengukuran viskositas berdasarkan Natsir, Eko, Muharlien (2016) dengan cara Usus halus dipotong mulai dari 3 cm dari ileocaecal *junction* ke arah ileum sepanjang 4 cm, kemudian kedua ujung diikat menggunakan benang jahit dimasukkan ke dalam kotak *steroform* yang berisi es batu, setelah sampai di laboratorium digesta dikeluarkan sebanyak 1 g untuk uji jumlah bakteri, 1 g uji pH dan 1 g uji viskositas.

2.4.3. Tinggi dan Lebar Vili

Saluran pencernaan yang baik dan sehat ditandai dengan adanya perkembangan berat dan panjang pada saluran cerna, serta perkembangan vili yang optimal sehingga dapat mengoptimalkan dalam penyerapan nutrisi. Penyerapan nutrisi yang baik dari pakan akan membantu peningkatan dalam bobot hidup ayam (Pertiwi, Murwani dan Yudiarti, 2017). Kemampuan usus dalam mencerna dan menyerap zat-zat makanan dapat dipengaruhi oleh

luas permukaan epitel usus, jumlah lipatan-lipatannya, dan banyaknya vili dan mikrovili yang memperluas bidang penyerapan (Austic dan Nesheim, 1990 ; Ibrahim 2008) dan dipengaruhi juga oleh tinggi dan luas permukaan vili, duodenum, jejunum, dan ileum (Sugito, *et al.*, 2007; Ibrahim 2008).

Luas permukaan usus halus seperti tinggi vili menggambarkan area untuk mencerna dan penyerapan zat-zat nutrisi. Vili merupakan tonjolan kecil mirip jari atau daun yang terdapat pada membran mukosa, panjangnya 0,5 sampai 1,5 mm dan hanya terdapat pada usus halus. Vili pada ileum bentuknya mirip jari dan lebih pendek dibandingkan dengan vili yang terdapat pada duodenum dan jejunum. Parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas pertumbuhan adalah struktur morfologi usus (Wang *et al.*, 2008). Vili yang berfungsi untuk memperluas permukaan usus halus yang mempengaruhi terhadap proses penyerapan makanan (Alfiansyah. 2011). Perkembangan vili-vili pada usus ayam pedaging berkaitan dengan fungsi dari usus dan pertumbuhan dari ayam tersebut (Sun, 2004). Semakin lebar vili semakin banyak zat-zat makanan yang akan diserap pada akhirnya dapat berdampak pada pertumbuhan organ-organ tubuh dan karkas yang meningkat (Asmawati, 2013).

Menurut Paul *et al.* (2007) menyatakan bahwa faktor – faktor yang mempengaruhi seperti bakteri patogen, dan stress memiliki efek negatif terhadap mikroflora usus ataupun epitel usus, yang mengakibatkan permeabilitas sel sebagai ketahanan tubuh alami mengalami perubahan sehingga memudahkan senyawa berbahaya dan bakteri patogen menembus sel usus halus, yang akan mengganggu metabolisme, pencernaan dan penyerapan nutrisi. Kondisi tersebut dapat menyebabkan peradangan kronis pada mukosa usus, dan sehingga menyebabkan tinggi vili, pencernaan dan penyerapan terganggu.

Peradangan pada saluran cerna mengakibatkan vili usus halus memendek. Pemendekan dan pembesaran vili akan mengurangi kerapatan vili (Winarsih, 2005). Awad *et al.*, (2008) menyatakan bahwa peningkatan tinggi vili pada usus dengan fungsi pencernaan dan absorpsi terjadi karena bentuk vili utuh yang merupakan ekspresi lancarnya sistem transportasi nutrisi keseluruhan tubuh. Rofiq (2003) menyatakan bahwa daya serap nutrisi pada usus halus dipengaruhi oleh luas permukaan bagian dalam usus (lipatan, vili dan mikrovili) dan lamanya transit digesta dalam usus.

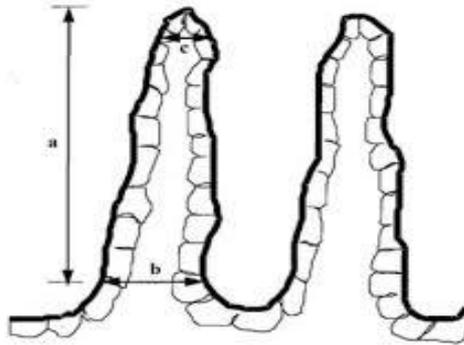
2.4.3. Kedalaman Kripta

Luas permukaan usus halus seperti tinggi vili dan kedalaman kripta menggambarkan area untuk penyerapan zat nutrisi. Laudadio *et al.*(2012) juga menyatakan bahwa semakin tinggi vili maka luas daerah absorpsi nutrisi akan semakin besar serta memengaruhi peningkatan laju pertumbuhan dan metabolisme. Kemampuan absorpsi nutrisi pada pakan yang buruk dapat menurunkan pertumbuhan pada ayam. Antibiotik pada *feed supplement* alami dapat meningkatkan luas area villi dan kedalaman kripta usus halus serta meningkatkan absorpsi. Kedalaman kripta menunjukkan kecepatan perbaikan jaringan pada vili saat terjadi pengelupasan, peradangan, atau keberadaan racun yang diproduksi oleh patogen (Rajput, *et al.*, 2013.)

Meningkatnya ukuran tinggi villi dan kedalaman kripta akan berpengaruh pada peningkatan kemampuan pencernaan. Semakin tinggi ukuran villi dan kedalaman kripta maka semakin luas bidang penyerapan nutrisi oleh dinding usus halus sehingga akan memicu pada peningkatan pertumbuhan.

Pengukuran kedalaman kripta dengan usus halus bagian ileum dipotong sepanjang 4-5 cm, dan dikeluarkan isinya, ileum dibersihkan dengan larutan NaCl fisiologis 0,01%, kemudian disimpan dalam larutan formalin 10%. Dilakukan pembuatan preparat histologi, lumen usus halus dipotong setebal 4µm dengan menggunakan mikrotom dan ditempatkan pada *slide* untuk dilakukan pewarnaan dengan metode HE *staining* (Haemoxilin-eosin).

Preparat ileum diamati bagian vili dan kripta menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 100 kali. Kedalaman kripta vili dihitung pada bagian dasar menuju permukaan vili (Sugito, *et al*, 2007) terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagian vili usus yang diukur. a= Tinggi vili, b= panjang vili, c= kedalaman cripta vili (Iji et al., 2001)

BAB III MATERI DAN METODE

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian lapang telah dilaksanakan pada tanggal 1 Oktober 2019 sampai 5 November 2019 di peternakan milik Bapak Joni yang beralamatkan di Desa Sumber Sekar, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Penelitian ini menganalisis tentang karakteristik pH usus, viskositas (cm/column) dan tinggi dan lebar vili serta kedalaman kriptas (μm) dalam usus ayam pedaging. Uji viskositas dilaksanakan di laboratorium Nutrisi Ternak, dan uji tinggi vili, lebar dan kedalaman kriptas di laboratorium Biologi Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

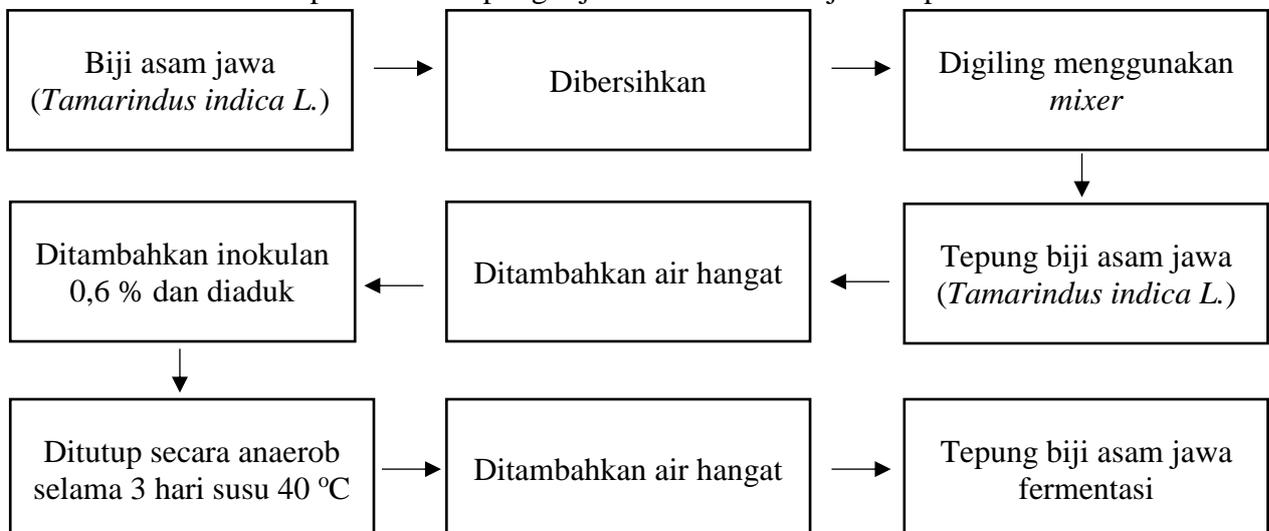
3.2 Materi Penelitian

3.2.1 Ayam Pedaging

Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu DOC (*days old chick*) yang tidak dibedakan jenis kelaminnya (*unsexed*) yang merupakan *strain New Lohmann Indian river grade platinum* didapat dari PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk. yang berjumlah 100 ekor ayam pedaging (*final stock*) dengan masa pemeliharaan selama 35 hari. Bobot rata-rata ayam pedaging sebesar $39,29 \pm 1,85$ g/ekor dengan koefisien keragaman 4,71%. Data lengkap bobot badan ayam pedaging yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.2.2 Biji Asam Jawa

Biji Asam Jawa diperoleh dari seorang petani di Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur kemudian diproses dengan cara digiling biji Asam Jawa hingga halus menggunakan *grinder* menjadi tepung kemudian dilakukan penambahan air hangat kemudian diaduk hingga merata, lalu diberi mikroorganisme fermentasi berupa kapang (*Aspergillus oryzae*) secara *anaerob* selama 3 hari. Proses pembuatan tepung biji Asam Jawa ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses pembuatan tepung biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*) fermentasi dengan kapang. Sumber: Wizna, *et al.* (2008)

Perlakuan fermentasi tepung biji Asam Jawa ditimbang sebanyak 25 kg dan diletakkan diatas ember besar, ditimbang *Aspergillus oryzae* sebanyak 150 g atau 0,6 % dari penggantian tepung biji asam jawa, setelah itu dimasukkan *Aspergillus oryzae* sebanyak 150 g dan 30 ml air hangat pada 25 kg tepung biji Asam Jawa, dicampur hingga merata dan tidak lengket pada tangan bila diremas kemudian memasukkan campuran tepung biji asam jawa dengan *Aspergillus oryzae* dalam wadah plastik berkapasitas 25 kg yang ditutup. Wadah tersebut ditutup rapat untuk menciptakan kondisi anaerob sehingga terjadi proses fermentasi. Lamanya fermentasi adalah 3 hari dengan suhu 40 °C, setelah 3 hari wadah dibuka dan campuran tepung biji Asam Jawa yang telah mengalami proses fermentasi oleh *Aspergillus oryzae* dikeluarkan dan diangin - anginkan diatas plastik hingga kering. Campuran kering inilah yang akan diberikan sebagai substitusi bungkil kedelai dalam pakan ayam pedaging sesuai level yang ditetapkan.

3.3 Kandang dan Peralatan

1. Kandang yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 20 pen dengan ukuran 80 cm x 80 cm x 70 cm, setiap pen diisi dengan 5 ekor ayam pedaging. Setiap pen dilengkapi tempat pakan dan minum. Susunan kandang penelitian ditentukan secara acak. Adapun tata letak kandang penelitian seperti pada Gambar 5.
2. Kertas label untuk pencatatan atau kode kandang atau pen perlakuan.
3. Spidol permanen untuk mencatat pada kertas label
4. Tirai plastik untuk mengatur suhu dengan cara menaikkan dan menurunkannya
5. Timbangan digital yang berkapasitas 5 kg untuk menimbang bobot awal ayam pedaging .
6. Lampu dipasang pada kandang sebagai alat penerangan sekaligus penghangat yaitu dengan daya 40 Watt.
7. Peralatan kebersihan sapu, tandon air, ember dan *sprayer* disinfektan
8. Termometer ruang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban dalam kandang

P0 (U1)	P1 (U3)	P2 (U4)	P3 (U2)	P4 (U1)
P1 (U2)	P2 (U2)	P4 (U2)	P0 (U3)	P3 (U4)
P3 (U3)	P0 (U4)	P1 (U1)	P4 (U4)	P2 (U3)
P2 (U1)	P0 (U2)	P4 (U3)	P1 (U4)	P3 (U1)

Gambar 5. Tata letak kandang penelitian

3.4 Pakan

Ayam pedaging fase *starter* akan diberi pakan BR1, sedangkan fase *finisher* akan diberikan pakan dengan formula sendiri yaitu tepung biji Asam Jawa fermentasi (bahan alternatif bungkil kedelai) sebagai sumber protein yang didapatkan dari Ngajuk, bekatul sebagai sumber energi yang didapatkan dari toko pakan di Karangploso, Malang. Bungkil jagung sebagai sumber energi toko pakan di Karangploso, Malang. DL metionin sebagai pelengkap deteminasi dari biji Asam Jawa, meat bone meal (MBM) sebagai sumber protein dan premix sebagai sumber mineral. Penggunaan formula pakan sendiri fase *finisher* tidak

terlepas dari standar penggunaan bahan baku pakan secara umum dan standar kandungan nutrisi pakan ayam pedaging fase *finisher*. Kandungan zat makanan pakan perlakuan disajikan pada Tabel 3, 4 dan 5).

Tabel 4. Kandungan zat makanan bahan pakan

Nama bahan pakan	EM (Kkal/kg)	PK (%)	LK (%)	SK (%)	Ca (%)	P (%)
Jagung Kuning	3370	9	2,61	4,72	0,02	0,1
Bekatul	2860	12	7	3	0,04	0,16
Bungkil Kedelai	2240	42	0,9	6	0,29	0,65
Tepung Biji Asam Jawa Fermentasi	3620	25,12	4,61	8,9	0,59	0,23
DL Metionin	0	0	0	0	0	0
Premix	0	0	0	0	25	0
MBM	2190	52	10	2,8	10	5,1

Keterangan : Disusun menggunakan *software UB Feed Formulation for Poultry*

Tabel 5. Kandungan Zat Makanan Pakan Perlakuan

Perlakuan	BK (%)	PK (%)	LK (%)	SK (%)	GE (Kkal/kg)
P0	88,01	21,44	2,66	4,96	3903
P1	88,13	19,77	2,94	5,46	3763
P2	87,71	19,65	2,87	6,57	3816
P3	87,88	19,49	2,79	5,99	3868
P4	87,12	19,36	2,02	5,97	3745

Keterangan : Berdasarkan Perhitungan

Tabel 6. Susunan kandungan zat makanan pakan perlakuan

Perlakuan	P0 (%)	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)
Jagung Kuning	58	58	58	58	58
Bekatul	10	10	10	10	10
Bungkil Kedelai	25	18,57	12,50	6,25	-
Tepung Biji Asam Jawa Fermentasi	-	6,25	12,50	18,57	25
DL Metionin	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Premix	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
MBM	6	6	6	6	6
Total	100	100	100	100	100

Zat Makanan	P0 (%)	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)
EM (Kkal/kg)	2932	3018,25	3104,70	3196,95	3277,20
PK (%)	20,04	18,99	17,93	16,88	15,82
LK (%)	3,04	3,27	3,50	3,73	3,97
SK (%)	4,73	4,76	4,94	5,12	5,3
Ca (%)	0,86	0,87	0,89	0,91	0,93
P (%)	0,54	0,52	0,49	0,42	0,44

Keterangan: Berdasarkan perhitungan

3.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan langsung dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu 5 (lima) perlakuan dengan ulangan sebanyak 4 (empat) kali sehingga didapatkan 20 pen percobaan. Setiap pen percobaan terdiri dari 5 ekor ayam sehingga jumlah ayam yang digunakan yaitu 100 ekor. Semua perlakuan akan disusun berdasarkan pengganti bungkil kedelai dengan tepung biji Asam Jawa fermentasi sebagai berikut:

- P0 = pakan tanpa pengganti bungkil kedelai (pakan kontrol)
- P1 = pakan dengan pengganti bungkil kedelai dengan biji Asam Jawa terfermentasi 25%
- P2 = pakan dengan pengganti bungkil kedelai dengan biji Asam Jawa terfermentasi 50%
- P3 = pakan dengan pengganti bungkil kedelai dengan biji Asam Jawa terfermentasi 75%
- P4 = pakan dengan pengganti bungkil kedelai dengan biji Asam Jawa terfermentasi 100%

3.6 Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Persiapan Kandang dan Peralatan

Persiapan kandang tahap pertama adalah pembersihan dari sisa-sisa kotoran pada saat pemeliharaan ayam yang terdahulu dan pemotongan hijauan disekitar kandang. Setelah itu, tahap kedua adalah cuci kandang yang terbagi menjadi 5 alur sanitasi yaitu yang pertama menggunakan formalin dan air dengan perbandingan 1:10 liter lalu ditunggu selama 2 hari, kemudian dilakukan sanitasi kedua dengan sabun detergen 1% atau dosis 1 g/10 l air lalu ditunggu sampai 1 hari dan ditutup terpal, setelah itu dilakukan sanitasi ketiga menggunakan disinfektan yang memiliki kandungan glutaraldehid dan BKC dengan dosis 1 l/200 l air lalu ditunggu sampai 1 hari, tahap keempat adalah pemberian kapur atau gamping dengan takaran 1 sak/50 l air lalu ditunggu selama 1 hari, kemudian yang terakhir adalah dilakukan sanitasi menggunakan formalin lagi dengan takaran yang sama dan ditunggu selama 1 hari. Pembersihan sarana produksi ternak meliputi tempat pakan dan minum menggunakan sabun detergen dengan dosis 1 g/10 l air atau antiseptik. Setelah kering kandang perlakuan disusun sesuai dengan desain denah perlakuan penelitian dan dimasukkan peralatan kandang seperti tempat pakan, tempat minum dan dipasang lampu. Setelah itu, kandang siap diisi DOC ayam pedaging.

3.6.2 Penggunaan tepung Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*)

Pemberian tepung biji Asam Jawa fermentasi dilakukan pada saat ayam berumur 15 hari sampai ayam dipanen yang dibuat pakan dengan bahan pakan lain yang meliputi jagung kuning, bungkil kedelai, bekatul, premix, DL-methionine dan MBM. Pencampuran 25% tepung biji Asam Jawa fermentasi dengan 75% bungkil kedelai untuk kelompok P1, pencampuran 50% tepung biji Asam Jawa fermentasi dengan 50% bungkil kedelai untuk kelompok P2, pencampuran 75% tepung biji Asam Jawa fermentasi dengan 25% bungkil kedelai untuk kelompok P3, pencampuran 100% tepung biji Asam Jawa fermentasi dengan 0% bungkil kedelai untuk kelompok P4.

3.6.3 Persiapan Perlakuan Normal

Perlakuan normal pada penelitian dimaksudkan sebagai pembanding antara ayam yang diberi pakan dengan komposisi bungkil kedelai tanpa pencampuran tepung biji Asam Jawa

fermentasi dengan ayam yang diberi pakan dengan campuran tepung biji Asam Jawa fermentasi. Perlakuan normal akan diberikan pada kelompok ayam P0.

3.6.4 Pemeliharaan

Ayam pedaging yang digunakan dalam penelitian ini dipelihara mulai DOC sampai panen yaitu umur 35 hari. Pada fase *starter* ayam diberi pakan BR secara *ad-libitum*, Kemudian ayam ditimbang bobotnya pada fase *finisher* yaitu umur 15 hari dan diletakkan di kandang metabolis secara acak. Periode adaptasi dilakukan selama 3 hari dengan diberikan pakan perlakuan secara *ad-libitum*. penggantian air minum 1 hari sebanyak 2 kali yaitu pagi dan sore. Lampu yang digunakan yaitu lampu neon dengan daya 40Watt yang dipasang diatas pen. Lama pencahayaan pada saat penelitian adalah rata-rata 8 jam per hari.

3.6.5 Prosedur Pemotongan Ayam Pedaging

Ketika ayam mencapai umur panen yakni 35 hari maka dilakukan *sampling* ayam untuk diambil sampel usus pengambilan dengan cara digestanya secara acak. Proses pemotongan dilakukan dengan cara memotong tiga saluran yang meliputi arteri aortis, vena jugularis, dan esofagus. Tahap pemotongan, darah harus keluar sebanyak mungkin, setelah ayam dipotong dilakukan pemisahan tembolok dan trakea serta pembersihan bulu diarea rongga dada dan kloaka, kemudian dilakukan pembukaan rongga badan dari kloaka, kemudian dilakukan pembukaan rongga badan dari kloaka ke tulang dada. Organ dalam selanjutnya dikeluarkan dan dipisahkan masing-masing bagian (Soeparno,2015).

3.6.6 Prosedur Pengambilan Sampel Usus

Prosedur pengambilan sampel usus halus menurut Widodo, dkk. (2015) sebagai berikut :

1. Pengambilan dilakukan dengan cara mengambil sampel 1 ekor ayam secara acak dari masing-masing petak.
2. Ayam dipotong diambil digesta usus bagian ileum diberi jarak 5 cm sebelum *ileoacaecaljunction* dan selanjutnya dilakukan pemotongan usus sepanjang 5 cm untuk pengujian mikroflora usus
3. Isi saluran pencernaan dikeluarkan dan ditampung pada pot film dan diberi label. Pot film yang telah berisi sampel selanjutnya disimpan dalam *cold box* yang berisi es batu untuk menjaga sampel agar tidak rusak.

3.7 Variabel Penelitian

1. Pengukuran pH usus halus.

Digesta ileum dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam wadah penampung, kemudian dilakukan pengukuran pH dengan menggunakan pH meter (Sjofjan dkk., 2013)

2. Pengukuran Viskositas Usus Halus.

Digesta ileum dikeluarkan, kemudian diencerkan 1 gram digesta dengan aquades sehingga volume 10 ml. Larutan tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5-10 menit. Cairan berupa supernatan hasil sentrifugasi diambil untuk dilakukan pengukuran viskositas menggunakan viskositometer (Piel *et al.*, 2005)

3. Penghitungan Lebar Vili

Usus halus bagian ileum dipotong sepanjang 4-5 cm, dikeluarkan isinya, ileum dibersihkan dengan larutan NaCl fisiologis 0,01%, kemudian disimpan dalam larutan formalin 10%. Setelah itu, lumen usus halus dipotong setebal 4 μm dengan menggunakan mikrotom dan ditempatkan pada slide untuk dilakukan pewarnaan dengan metode HE. Preparat tersebut kemudian diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 100 x dan dihitung lebar vili (unit/transversalcut) (Durgut, 2000).

4. Penghitungan Tinggi Vili

Tinggi vili (μm) diukur menggunakan mikroskop yang dilengkapi mikrometer dengan perbesaran 200 x (Durgut,2000). Pengukuran dimulai dari dasar (bagian lamina propria) sampai puncak vili (Pelicano *et al.*, 2006).

5. Kedalaman Kripta

Dilakukan pembuatan preparat histologi dilanjutkan dengan pewarnaan HE. Preparat duodenum diamati bagian vili dan kripta menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 200 kali.

3.8 Analisis Data

Data yang diperoleh selama penelitian diolah dengan menggunakan bantuan program *microsoft excel*. Setelah diperoleh data dirata-rata, dilanjutkan dengan analisis statistik menggunakan analisa ragam (ANOVA) dan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila didapatkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) atau berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) maka dilanjutkan dengan uji Jarak Berganda Duncan's. Adapun model linear untuk menjelaskan tiap nilai pengamatan yaitu (Harsojuwono, Arnata dan Puspawati, 2011):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan

Y_{ij} = Hasil pengamatan dari perlakuan ke-i dengan ulangan ke-j

μ = Rata-rata pengamatan

τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i

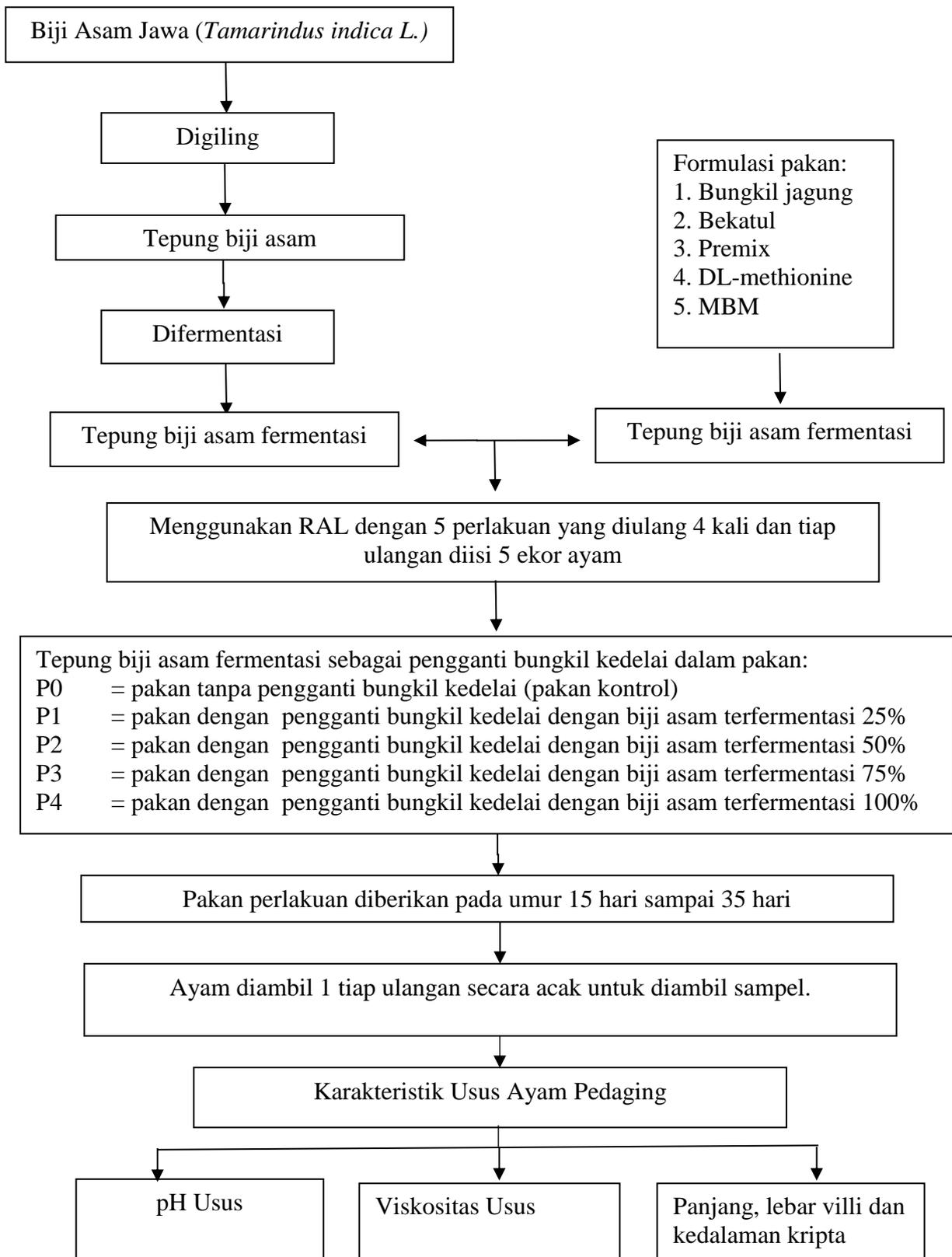
ϵ_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari galat perlakuan ke-i pada pengamatan ulangan ke-j, di mana:

i = Perlakuan ke-1,2,3,4,5

j = Ulangan ke- 1,2,3,4

3.9 Tahap Analisis Sampel

Ayam pedaging dipuasakan selama kurang lebih 3 jam sebelum dipotong pada umur 35 hari. Sebelum pemotongan dilakukan penimbangan bobot akhir sehingga didapat rata-rata bobot badan setiap petak, kemudian diberi label pada kaki ayam yang memiliki bobot badan mendekati rata-rata. Ayam yang telah diberi label dipotong secara berurutan sebanyak 5 ekor dan dilakukan pembersihan bulu dengan perendaman air hangat selama 30 detik, kemudian diambil sampel digesta usus bagian ileum diletakkan pot film untuk diuji pH usus, viskositas, panjang vili, lebar dan kedalaman kripta. Sistematika penelitian mengenai penggunaan tepung biji Asam Jawa (*Tamarind indica L.*) fermentasi dalam pakan terhadap karakteristik usus terdapat pada gambar 6 .



Gambar 5. Sistematika penelitian

3.10 Batasan Istilah

1. Ayam pedaging : Jenis unggas hasil budidaya teknologi modern yang mempunyai karakteristik ekonomis dengan ciri khas pertumbuhan yang cepat.
2. Tepung biji Asam Jawa fermentasi : Biji Asam Jawa yang dihaluskan kemudian dilakukan fermentasi.
3. Fermentasi : Suatu Teknologi pengolahan bahan makanan secara biologis yang melibatkan aktifitas mikroorganisme guna memperbaiki gizi bahan berkualitas rendah.
4. Kapang (*Aspergillus oryzae*) : Mikroorganisme yang digunakan untuk fermentasi tepung biji asam.
5. Add Libitum : Sistem pemberian pakan atau air minum yang mana pakan dan air selalu tersedia.
6. Strain : Klasifikasi ayam berdasarkan garis keturunan melalui persilangan dengan tujuan produksi
7. Zat Aditif : Bahan pakan yang tidak termasuk ke dalam zat makanan penggunaannya dengan cara mencampurkan ke dalam pakan dengan jumlah sedikit
8. HE : Hematoxilin dan eosin adalah zat warna yang sering digunakan untuk mewarnai jaringan agar lebih mudah diamati dengan mikroskop.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penggunaan Biji Asam Fermentasi Terhadap Perlakuan

Pengaruh tepung biji asam fermentasi dengan persentase yang berbeda (25%, 50%, 75% dan 100%) terhadap pH usus, viskositas usus, tinggi vili, lebar vili dan kedalaman kripta pada segmen ileum usus halus dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 7. Rata-rata hasil pengaruh perlakuan terhadap pH usus, viskositas, panjang villi, lebar villi dan kedalaman kripta ayam pedaging.

Perlakuan	pH Usus Halus	Viskositas Usus (cm/column)	Panjang Villi (μm)	Lebar Vili (μm)	Kedalaman Cripta (μm)
P0	6,65 \pm 0,06	69,25 \pm 1,50	634,25 \pm 55,07 ^a	109,00 \pm 7,36 ^a	115,97 \pm 3,72 ^a
P1	6,63 \pm 0,10	69,25 \pm 0,96	708,50 \pm 15,72 ^b	108,80 \pm 6,28 ^a	116,00 \pm 2,58 ^a
P2	6,55 \pm 0,13	69,00 \pm 1,15	682,50 \pm 7,55 ^b	116,75 \pm 2,75 ^a	118,88 \pm 1,44 ^{ab}
P3	6,63 \pm 0,3	70,00 \pm 0,96	697,50 \pm 15,00 ^b	117,63 \pm 2,06 ^b	113,55 \pm 3,78 ^b
P4	6,63 \pm 0,10	69,00 \pm 2,00	684,50 \pm 6,40 ^b	104,15 \pm 7,76 ^b	120,90 \pm 4,00 ^c

Keterangan: Notasi pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada penambahan pengaruh tepung biji asam fermentasi memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) ditinjau dari nilai panjang villi, lebar dan kedalaman kripta tetapi tidak berpengaruh pH usus dan viskositas. Perhitungan hasil uji *statistic* dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of variance*) dan Uji jarak Berganda Duncan's (UJBD) terlampir pada Lampiran.

4.1 Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Usus Halus

pH merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. pH pada saluran pencernaan bertujuan untuk melancarkan pencernaan zat makanan yang masuk ke dalam saluran pencernaan dan menekan mikroba patogen dan meningkatkan pertumbuhan mikroba yang menguntungkan. *Acidifier* yang dapat mempertahankan kondisi pH yang sesuai yaitu asam laktat (Natsir. H.M.2016). Asam organik apabila ditambahkan dalam pakan akan mempunyai sifat *acidifier*, yaitu pengaruh asam organik terhadap pH saluran pencernaan. Efek asam organik yang berhubungan dengan pH saluran pencernaan dan aktivitas mikrobial dapat ditemukan pada lambung dan usus halus, sehingga asam organik berpotensi menggantikan antibiotik sebagai growth promoter (Canibe *et al* ,2001) dan pH digesta normal pada umumnya setiap bagian usus halus berbeda-beda, pada bagian duodenum memiliki pH 5-6, jejunum 6,5-7 dan ileum 7-7,5 (Gauthier, 2007) .

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan rata-rata nilai pH usus halus bagian ileum pada ayam pedaging Tabel 6 pada umur 5 minggu menunjukkan hasil yaitu 6,65. Nilai pH dari penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Natsir.M.H.E, Widodo dan Muharlien (2016) yang menunjukkan bahwa besarnya rerata pH dan viskositas kelompok perlakuan penambahan campuran kunyit dan jahe baik tepung maupun enkapsulasi adalah 6,58 dan 1,93 sedangkan pakan Kontrol 6,41 dan 2,51.

Penambahan kunyit dan jahe ternyata tidak mampu menurunkan pH bahkan menyebabkan peningkatan pH ileum. Kondisi pH yang rendah di ileum akan menekan jumlah bakteri patogen dan meningkatkan bakteri non patogen, termasuk *Lactobacillus sp.* Hyden (2000) menyatakan bahwa penurunan pH pada saluran pencernaan baik pada daerah duodenum, jejunum dan ileum maupun sekum ini dapat menurunkan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella* serta dapat meningkatkan bakteri non patogen seperti *Lactobacillus*.

Analisis statistik menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$), namun berdasarkan hasil rata-rata bobot pH usus halus bagian ileum yang tersaji pada Tabel 7. perlakuan P0 (6,65) menunjukkan hasil perlakuan terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini diduga disebabkan oleh pengaruh pakan yang diberikan. Penurunan pH akan menjadikan kondisi saluran pencernaan khususnya usus halus menjadi lebih asam. Kondisi usus halus yang asam akan mengurangi pertumbuhan bakteri patogen, sehingga dapat memperbaiki kondisi saluran pencernaan dan pencernaan nutriennya yang menyebabkan laju pakan dalam usus halus semakin baik dalam proses penyerapan nutrisi. Menurut Putra dan Amran (2009), penurunan keasaman juga disebabkan karena fermentasi akan menghasilkan asam organik oleh mikroba. Asam organik tersebut seperti asam malat, asam tartarat, asam sitrat, asam laktat, asam asetat, asam butirat dan asam propionat sebagai hasil sampingan, asam ini menurunkan pH.

4.2 Pengaruh Perlakuan Terhadap Viskositas Usus

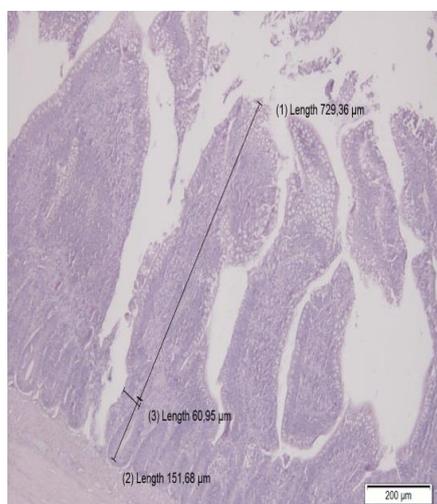
Viskositas (cm/column) merupakan daya perlawanan untuk mengalir dari suatu sistem yang disebabkan oleh adanya geseran, semakin besar daya perlawanan atau geseran maka sistem semakin tebal (Sjofjan,2015). Nilai viskositas pada digesta usus dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, tekanan, berat, molekul larutan, konsentrasi larutan, dan bahan terlarut, difusi berkurang 20% dengan viskositas meningkat dari satu minggu tiga cps, hal ini menunjukkan bahwa perubahan kecil dalam viskositas dapat memiliki efek besar pada partikel (Emma,2013).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan rata-rata viskositas ayam pedaging Tabel 6 pada umur 35 hari menunjukkan persentase berturut-turut yaitu P0 (69,25 cm/column), P1 (69,25 cm/column), P2 (69,00 cm/column), P3 (70,00 cm/column), P4 (69,00 cm/column). Perhitungan analisis data tersebut dapat dilihat pada Lampiran 5. Dari hasil analisis data tersebut menunjukkan bahwa penggunaan tepung biji asam fermentasi dalam pakan memberikan pengaruh tidak nyata ($P>0,05$) terhadap nilai viskositas ayam pedaging. Nilai viskositas ini masih rendah dibandingkan penelitian yang dilakukan Ainia (2018) yang menunjukkan bahwa viskositas digesta usus mengalami penurunan sebesar 1,92 cPs. Adanya penurunan nilai viskositas akibat adanya penurunan pH dan meningkatnya aktifitas pencernaan enzimatik baik oleh enzim endogen untuk bereaksi dengan substrat sehingga memungkinkan terjadinya peningkatan laju difusi zat pakan serta penyerapan oleh vili ileum, hal ini dapat mengoptimalkan proses penyerapan zat gizi pada pakan. Sebaliknya jika viskositas digesta usus tinggi menyebabkan masalah pencernaan dan kesehatan. Selain itu tinggi rendahnya viskositas juga dapat dipengaruhi oleh adanya kandungan zat antinutrisi yaitu tanin didalam pakan yang diberikan. Anti nutrisi berupa tanin dalam biji asam jawa sebesar 5,72% (Koten,2010). Bird (2006) melaporkan bahwa jumlah bakteri yang tidak seimbang di usus dapat menyebabkan peningkatan viskositas usus. Efek negatif jika viskositas usus menyatakan efek negatif jika viskositas digesti usus meningkat adalah mengurangi efisiensi pencernaan dengan memperlambat laju difusi enzim endogenous yang bereaksi dengan substrat dan nutrisi serta dapat memampatkan penyerapan vili dan dinding usus halus (Natsir 2006).

4.3 Pengaruh Perlakuan Terhadap Panjang Villi Pada Ileum

Peningkatan produktivitas ayam pedaging dapat dilakukan melalui peningkatan aktivitas absorpsi yang terjadi didalam usus halus. Luas penampang usus halus dapat mempengaruhi kemampuan mencerna dan penyerapan zat-zat makanan. Luas penampang usus halus dipengaruhi juga oleh panjang dan lebar vili usus. Selain itu, penambahan berat dan panjang usus halus, disertai juga oleh penambahan besar rongga di dalam usus halus, dan penambahan luas permukaan usus halus (Yao *et al.* 2006). Bagian yang berperan dalam proses penyerapan nutrien adalah struktur yang terdapat pada lapisan mukosa usus terdiri atas vili yang berfungsi memperluas permukaan daerah penyerapan zat nutrien dan mikrovili yang terdapat pada permukaan vili sebagai penjurulan sitoplasma yang dapat meningkatkan efisiensi penyerapan (Yamauchi dan Isshiki 1991).

Hasil analisis ragam pada Tabel 7 menunjukkan bahwa penambahan tepung biji asam jawa (*Tamarindus Indica L*) fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai panjang vili ($P < 0,05$). Nilai panjang vili ileum usus halus menunjukkan hasil berturut-turut yaitu P0 (634,25 μ m), P1 (708,50 μ m), P2(682,50 μ m) P3 (697,50 μ m) P4 (684,50 μ m). Tinggi vili ini lebih rendah dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Siagian (2016) yaitu memiliki tinggi vili pada P0 (kontrol) yaitu 936,47 μ m. Panjang vili tergantung pada banyaknya sel dan perkembangan sel yang tergantung dari pakan yang diberikan, selain itu kemampuan genetic dalam kemampuan sel tergantung pada *strain*, pakan, umur, dan kondisi lingkungan. Menurut Fan *et al.* (1997), peningkatan tinggi vili berkaitan dengan peningkatan jumlah sel epitel disekelilingnya. Tinggi vili juga dapat dihubungkan dengan aktifnya proses pembelahan sel epitel usus. Hal ini dapat dihubungkan dengan meningkatnya luas permukaan vili usus halus untuk penyerapan nutrien (Mile *et al.* 2006). Sebaliknya vili usus halus yang memendek sejalan dengan penurunan absorpsi nutrisi, sekresi kelenjar intestinal dan penurunan performans (Xu *et al.* 2003). Hal serupa juga dinyatakan oleh Awad *et al.* (2008) bahwa peningkatan tinggi vili pada duodenum, jejunum dan ileum ayam pedaging sejalan dengan peningkatan fungsi pencernaan dan absorpsi karena meluasnya area absorpsi. Usus halus ternak yang mempunyai bobot badan berat ditandai dengan bidang absorpsi usus halus lebih panjang dan lebih ayam pedaging luas bidang absorpsinya dibandingkan dengan usus halus unggas yang bertubuh lebih ringan (Yamauchi & Isshiki 1991). Cara pengukuran panjang vili dimulai dari dasar hingga puncak vili terletak pada Gambar 7.



Dokumentasi Pribadi. Pewarnaan Hematoxylin-Eosin.
Skala Perbesaran 200 kali.

Hasil analisis statistik menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata ($P < 0,05$), dan berdasarkan hasil rata-rata panjang vili yang tersaji pada Tabel 7. Bahwa perlakuan P1 (708,50) menunjukkan hasil perlakuan terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Pertumbuhan tinggi vili usus kecil memiliki hubungan yang erat dengan PBB pada ayam pedaging. Hubungan ini berkaitan dengan absorpsi zat nutrisi, yaitu semakin tinggi vili usus kecil semakin besar peluang absorpsi zat nutrisi melalui epitel usus (Lenhardt, Mozes and Dahlke *et al.*, 2003). Meningkatnya ukuran tinggi villi dan kedalaman kriptas akan berpengaruh pada peningkatan kemampuan pencernaan. Semakin tinggi ukuran villi dan kedalaman kriptas maka semakin luas bidang penyerapan nutrisi oleh dinding usus halus sehingga akan memicu pada peningkatan pertumbuhan. Peningkatan tinggi villi pada usus halus ayam pedaging juga berkaitan erat dengan peningkatan fungsi pencernaan dan fungsi penyerapan karena meluasnya area absorpsi serta merupakan suatu ekspresi lancarnya sistem transportasi nutrisi keseluruhan tubuh.

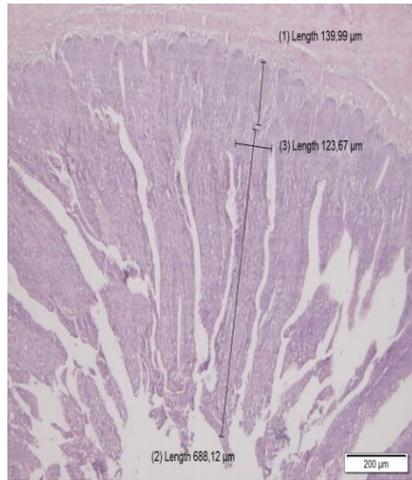
Menurut Paul *et al.* (2007), menyatakan bahwa faktor – faktor yang mempengaruhi seperti bakteri patogen, dan stress memiliki efek negatif terhadap mikroflora usus ataupun epitel usus, yang mengakibatkan permeabilitas sel sebagai ketahanan tubuh alami mengalami perubahan sehingga memudahkan senyawa berbahaya dan bakteri patogen menembus sel usus halus, yang akan mengganggu metabolisme, pencernaan dan penyerapan nutrisi. Kondisi tersebut dapat menyebabkan peradangan kronis pada mukosa usus, dan sehingga menyebabkan tinggi vili, pencernaan dan penyerapan terganggu.

Peradangan pada saluran cerna mengakibatkan vili usus halus memendek. Pemendekan dan pembesaran vili akan mengurangi kerapatan vili (Winarsih, 2005) Awad *et al.*, (2008), menyatakan bahwa peningkatan tinggi vili pada usus dengan fungsi pencernaan dan absorpsi terjadi karena bentuk vili utuh yang merupakan ekspresi lancarnya sistem transportasi nutrisi keseluruhan tubuh. Rofiq (2003) menyatakan bahwa daya serap nutrisi pada usus halus dipengaruhi oleh luas permukaan bagian dalam usus (lipatan, vili dan mikrovili) dan lamanya transit digesta dalam usus.

4.4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Lebar Villi Ileum Usus Halus

Vili yang berfungsi untuk memperluas permukaan usus halus yang berpengaruh terhadap proses penyerapan makanan. Perkembangan vili-vili pada usus ayam pedaging berkaitan dengan fungsi dari usus dan pertumbuhan dari ayam tersebut (Sun, 2004). Semakin lebar vili semakin banyak zat-zat makanan yang akan diserap dan pada akhirnya akan berdampak pada pertumbuhan organ-organ tubuh dan karkas yang meningkat (Asmawati, 2013).

Hasil analisis ragam pada Lampiran 7 menunjukkan bahwa penambahan tepung biji asam jawa (*Tamarindus Indica L*) fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai lebar vili ($P < 0,05$). Nilai lebar villi ileum usus halus menunjukkan hasil yang berturut-turut yaitu P0 (109,00), P1 (108,80), P2(116,75) P3 (117,63) P4 (104,15). Nilai lebar vili pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan Harimurti Dan Endang (2009) yang memiliki lebar vili dengan P2 yaitu 142,76 μ m. Nilai lebar vili diasosiasikan dengan lebih luasnya permukaan vili untuk absorpsi nutrisi masuk ke dalam aliran darah (Mile dkk., 2006). lebar vili ditunjukkan pada Gambar 8.



Dokumentasi Pribadi. Pewarnaan Hematoxylin-Eosin.
Skala Perbesaran 200 kali.

Hasil analisis statistik menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata ($P < 0,05$), dan berdasarkan hasil rata-rata panjang villi yang tersaji pada Tabel 7. perlakuan P3 (117,63) menunjukkan hasil perlakuan terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Peningkatan lebar villi pada ileum disebabkan karena Bakteri Asam laktat mampu meningkatkan produksi asam lemak berantai pendek dan menurunkan produksi ammonium. Asam lemak rantai pendek berperan dalam menstimulasi perbanyakan sel epitel usus. Pemberian probiotik dapat memperbaiki karakteristik morfologi usus halus, yang selanjutnya mampu meningkatkan penyerapan makanan dan performa pencernaan ayam (Yakhkeshi dkk., 2011). Semakin banyak penyerapan nutrient maka akan mempengaruhi lebar villi usus. Kemampuan pencernaan dan penyerapan zat-zat makanan dipengaruhi oleh luas permukaan epithel usus, jumlah lipatan-lipatannya, dan banyaknya villi dan mikrovilli yang memperluas bidang penyerapan (Austic dan Nesheim, 1990 dalam Ibrahim, 2008) serta dipengaruhi oleh tinggi dan luas permukaan villi pada ileum (Sugito, dkk., 2007).

4.5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kedalaman Kripta

Luas permukaan usus halus seperti tinggi villi dan kedalaman kripta menggambarkan area untuk penyerapan zat nutrisi. Kemampuan absorpsi nutrisi pada pakan yang buruk dapat menurunkan performans pertumbuhan pada ayam. Antibiotik pada *feed supplement* alami dapat meningkatkan luas area villi dan kedalaman kripta usus halus serta meningkatkan absorpsi. Laudadio *et al.* (2012) juga menyatakan bahwa semakin tinggi villi maka luas daerah absorpsi nutrisi akan semakin besar serta memengaruhi peningkatan laju pertumbuhan dan metabolisme. Kedalaman kripta menunjukkan kecepatan perbaikan jaringan pada villi saat terjadi pengelupasan, peradangan, atau keberadaan racun yang diproduksi oleh patogen (Rajput *et al.*, 2013).

Hasil analisis ragam pada lampiran 8 menunjukkan bahwa penambahan tepung biji asam jawa (*Tamarindus Indica L*) fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai panjang villi ($P < 0,05$). Nilai kedalaman kripta usus halus menunjukkan hasil berturut-turut yaitu P0 (115,97), P1 (116,00), P2(118,88) P3 (113,55) P4 (120,90). Peningkatan tinggi villi dan lebar villi diasosiasikan dengan lebih luasnya permukaan villi untuk absorpsi nutrisi masuk ke dalam aliran darah (Mile dkk., 2006). Meningkatnya ukuran tinggi villi dan kedalaman kripta akan berpengaruh pada peningkatan kemampuan pencernaan. Semakin tinggi ukuran villi dan kedalaman kripta maka semakin luas bidang penyerapan nutrisi oleh dinding usus halus sehingga akan memicu pada peningkatan pertumbuhan. Pengukuran kedalaman kripta dimulai dari jarak terdalam kripta, seperti yang terdapat pada Gambar 9.



Dokumentasi Pribadi. Pewarnaan Hematoxylin-Eosin.
Skala Perbesaran 200 kali.

Hasil analisis statistik menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata, dan berdasarkan hasil rata-rata kedalaman kriptas yang tersaji pada Tabel 7. perlakuan P4 (120,90) menunjukkan hasil perlakuan terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Rasio vili dengan kedalaman kriptas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara pakan perlakuan dengan pakan kontrol. Semakin panjang vili dibandingkan dengan kedalaman kriptas membuktikan bahwa tidak terjadi degradasi lapisan pada permukaan vili dan indikasi semakin luasnya area penyerapan dalam sistem pencernaan. Hal ini menunjukkan bahwa tepung biji asam fermentasi memicu peningkatan proliferasi sel sel kriptas usus.

Pengukuran kedalaman kriptas pada usus halus bagian ileum dilakukan dengan cara usus halus bagian ileum dipotong sepanjang 4-5 cm, dan dikeluarkan isinya, ileum dibersihkan dengan larutan NaCl fisiologis 0,01%, kemudian disimpan dalam larutan formalin 10%. Dilakukan pembutan preparat histologi, lumen usus halus dipotong setebal 4 µm dengan menggunakan mikrotom dan ditempatkan pada *slide* untuk dilakukan pewarnaan dengan metode Haemoxilin-eosin.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penggunaan tepung biji asam fermentasi sebagai substitusi bungkil kedelai dalam pakan ayam pedaging mampu meningkatkan panjang villi, lebar dan kedalaman kript. Namun, belum mampu memberikan dampak nyata pada pH usus dan viskositas.

5.2 Saran

Peternak dilingkungan pengolahan sari minuman asam jawa dapat memanfaatkan limbah biji asam sebagai pengganti bungkil kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abun. 2007. Pengukuran nilai pencernaan pakan yang mengandung limbah udang windu produk fermentasi pada ayam broiler. *Laporan Penelitian*. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Aini.W.N.2018. Pengaruh penambahan ekstrakbuah takokaknano enkapsulasi dan tanpa enkapsulasi terhadap mikroflora dan viskositas ayam pedaging
- Akmal dan Mairizal.2013. Performa broiler yang diberi ransum mengandung daun sengon (*Albizzia Valcataria*) yang direndam dengan larutan kapur tohor (CaO). *Jurnal peternakan Indonesia*.15(1):1-6
- Alfiansyah, Muhammad. 2011. Anatomi dan Pencernaan Usus Halus. [http://www. sentra-edukasi.com/](http://www.sentra-edukasi.com/). Diakses tanggal 09 juni 2019.
- Asmawati. 2013. The effect of in ovo feeding on hatching weight and small intestinal tissue development of native chicken. (*Disertasi*) *Fakultas Peternakan Unniversitas Hasanuddin*. Makassar.
- Astuti I.2007. Evaluasi Kandungan Nutrien Bungkil Wijen Lokal Sebagai Bahan Pakan Unggas. *Sains Peternakan*.5(2):1-5
- Austic, R. E., and Nesheim. 1990. Poultry Production, 13th ed. Lea and Febiger.*Philadelph*. London. p.29-30.
- Awad W., Ghareb ., Bohm J 2008. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a synbiotic containing Enterococcus faecium and oligosaccharides. *Int J Mol Sci*. 9:2205-2216.
- Awad, W.A., K. Ghareeb, S. Nitclu S. Pasteiner, S.A. Raheem, and J. Bohm. 2008. Effect of dietary inclusion of probiotic, prebiotic and symbiotic on intestinal glucose absorb'tion of broiler chickens. *Lrt. J. Poult. Sci*. 7: 688-691.
- Badan Standar Nasional. 2006. (SNI 01-4868-2005). Bibit Niaga (Final Stock) Ayam Ras Tipe Pedaging Umur Sehari (DOC).
- Bagul.,M. Sachin.,K.S. and Shalini.S.A. 2015. seeds: chemistry, technology, applications and health benefits: A review. *Indian Food Industry*.34(3): 28-37*Biologi*.1(1):52-58
- Bird,J. N. 2006. Performance Improvement Following Enzyme Supplementation of Wheat and Barley Poultry Diets. Asia Pasific Vitamins and Fine Chemical, Animal Nutrition and Health. <http://www.pjbs.org>. Diakses tanggal .*Biologi*.1(1):52-58
- Canibe, N., S.H. Steinen., M. Overland and B.B. Jensen. 2001. Effect of K-diformat in starter diets on acidity, microbiota and the amount of organik acid in the digestive tract of piglets and on gastric alterations. *Journal Animal Science*.79 : 2123-2133.

- Dirhamsyah. M. 2018. Pembuatan Sirup Asam Jawa (*Tamarindus Indica L*) sebagai Salah Satu Usaha Diversifikasi Pangan dan Minuman Kesehatan Di Desa Bintang Mas Kecamatan Rasau Jaya Kabupaten Kuba Raya. *Jurnal Pengabdian*.1(1):2620-5665
- Durgut R. 2000. Characterization of Normal Feline Small Intestine And Associated Lymph Nodes By Morphometry And Immunohistochemical Studies., *Israel J Vet Med* 55:2.
- Emma WMSM., Sjoftjan O., Achmanu, Widodo E. 2009. Efek Ekstrak Jeruk Nipis terhadap Jumlah Koloni Bakteri Asam Laktat, E Coli dan Salmonelladalam Ileum Ayam Pedaging. *JIPB*.19: 28-34.
- Emma, W.M.S.M., O.Sjoftjan, E.Widodo dan Achmanu.2013. Karakteristik Usus Halus ayam Pedaging yang diberikan asam jeruk nipis dalam pakan. *Veteriner*.14(1):105-110
- Fan Y, Croom J, Christensen V, Black B, Bird A, Daniel L, McBride B, Eisen E. 1997. Jejunal glucose uptake and oxygen consumption in turkey poult selected for rapid growth. *Poult Sci*. 76:1738-1745.
- Gauthier R. 2007. The use of protected organic acids (galliacid™) and a protease enzyme (poultrygrow 250™) in poultry .Jefo Nutrition Inc. St-Hyacinthe, Qc, Canada.
- Hardiningsih, R., Napitupulu, R.N.R dan Yulinery, T., 2006. Isolasi dan uji resistensi beberapa isolat lactobacillus pada pH rendah. *Biodiversitas* 7(1): 15-17
- Harimukti.S dan E.S.Rahayu.2009. Morfologi Usus Ayam Broiler Yang Disuplementasi Dengan Probiotik Strain Tunggal Dan Campuran.Agretech.29(3):179-184
- Harsojuwono, B. A., I. W. Arnata dan G. A. K. D. Puspawati. 2011. Rancangan Percobaan. Malang: Lintas Kata Publishing
- Hasanah R. 2013. Isolasi dan Identifikasi Bakteri dari produk fermentasi telur ikan tambakan (*Helostoma temminckii CV*). *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis* 19(1): 40-44.
- Houshmand, M., K. Azhar, L Zulkifli., M. H. Bejo and A. Kamyab.2012. Effects of non-antibiotic feed additives on performance, immunity and intestinal morphologyof broilers fed different levels of protein. *Afr. I. Anirr.Sci.*,42(1):22-3
- Hyden, M. 2000. Protected acid additives. *Feed International*. 7 : 14-16.
- Ibrahim, S. 2008. Hubungan ukuran-ukuran usus halus dengan berat badan broiler. *Agripet* : Vol (8) No. 2: 42-46.
- Iji PA, Hughes RJ, Choct M, Tivey DR. 2001.Intestinal structure and function of broiler chickens on wheat-based diets supplemented with microbial enzyme. *Asian Aust J Anim Sci*14: 54-60
- Jamroz, D., T. Wertelecki, M. Houszka & C. Kamel.2006. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunal walls in chicken. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 90:255-260.

- Kartika, Dita, Nurjazuli, Budiyo. 2016. Kemampuan Serbuk Biji Asam Jawa dalam Menurunkan TSS, Turbidita, dan Amoniak Pengolahan Limbah Cair PT. Utama Multiniaga Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 4(4). 917-924.
- Koni T., N., I, Agustinus. P, dan Antonius.,J.2013. Performa Produksi Broiler yang diberi Ransum Mengandung Biji Asam Hasil Fermentasi dengan Ragi Tempe (*Rhizopus oligosporus*).*Jurnal ilmu ternak*. 13(1):13-17
- Koten Bernadete. 2010. Perubahan Anti Nutrisi Pada Silase Buah Semu Jambu Mete Sebagai Pakan Dengan Menggunakan Berbagai Aras Tepung Gaplek Dan Lama Pemeraman. *Buletin Peternakan* Vol. 34(2): 82-85
- Laudadio V, Passantino L, Perillo A, Lopresti G, Passantino A, Khan RU, Tufarelli V.2012. Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. *Poult Sci*91: 265-270.
- Lenhart L, Mozez S. 2003. Morphological and functional changes of the small intestine in growth stunted-broilers. *Acta Vet Brno*. 72:353-358.
- McNaught, C.E., and J. MacFie, 2000. Probiotics in clinical practice: a critical review of the evidence. *Int Dairy J. Nutr. Res*. 21: 343-353.
- Mile RD, Batcher GD, Henry PR, Little RC. 2006. Effect of antibiotics growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *J Poult Sci*. 85:476-485.
- Mitchell, M. A. & A. J. Carlisle.1992. The effects of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Comp. Biochem. Physiol*. 101A: 137-142.
- Munt, R. H. C., J. G. Dingle and M. G. Sumpa. 1995. Influence of Feed Form Broiler Performance. <http://www.poultry.org/file://Net/mashdan pellet perbandingan.htm>. Accessed 13 April 2019
- Nasrun, Jalaluddin, Mahfuddhah.2015. Pengaruh Jumlah Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*.4(2):1-10
- Paul, S. K., G. Halder, M. K. Mondal and G. Samanta. 2007. Effect of organic acid salt on the performance and gut health of broiler chicken. *J. Poult. Sci.*, 44: 389-395.
- Pelicano ERL, Souza PA, Souza HBA, Figueiredo DF, Boiago MM, Carvalho SR, Bordon VF. 2006. Intestinal Mucosa Development In Broiler Chicken Fed Natural Growth Promoters. *Brazilian J. Poultry Sci*. 7: 221– 229.

- Pertiwi. D.D.R, R. Murwani dan T. Yudiarti. 2017. Bobot Relatif Saluran Pencernaan Ayam Broiler yang Diberi Tambahan Air Rebusan Kunyit dalam Air Minum. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 19 (2): 60-64
- Piel CL, Montagne L, Lalles JP. 2005. Increasing Digesta Viscosity Using Carboxymethylcellulose in Weaned Piglets Stimulates Ileal Goblet Cell Number and Maturation. *J Nutr*. 135: 86-91
- Purwadaria, T., T. Haryati, A.P. Sinurat, J. Darma, and T. Pasaribu. 1995. *In vitro* nutrient value of coconut meal fermented with *Aspergillus niger* NRRL 337 at different enzymatic incubation temperatures. *2nd Conference on Agricultural Biotechnology* Jakarta, 13-15 June 1995
- Purwanti, S. 2008. Kajian Efektifitas Pemberian Kunyit, Bawang Putih dan Mineral Zink terhadap Performa, Kadar Lemak, Kolesterol dan Status Kesehatan Broiler. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Tesis).
- Putri, Candra Rini Hasanah. 2014. Potensi dan Pemanfaatan *Tamarindus indica* dalam Berbagai Terapi. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*. 3 (2). 40-54.
- Rajput N, Muhammad N, Yan R, Zhong X, Wang T. 2013. Effect of dietary supplementation of curcumin on growth performance, intestinal morphology and nutrients utilization broiler chicks. *J Japan Poult Sci Assoc* 50: 44-52.
- Rofiq, M. N. 2003. Pengaruh Pakan Berbahan Baku Lokal Terhadap Performans Vili Usus Halus Ayam Broiler. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, (5). (5). 190-194.
- Sari. M.L. & M. Romadhon. 2017. Manajemen Pemberian Pakan Ayam Broiler di Desa Tanjung Pinang Kecamatan Tanjung Batu Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 6(1):.37-43
- Siagian. Y.A. 2016. Gambaran histologi dan tinggi villi usus bagian ileum ayam ras pedaging yang diberi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam ramsum.
- Sieo, C. C., Abdullah, N., Tan, W. S., and Hot, Y. W., 2005. Influence of β Glucanase Producing *Lactobacillus* Strains on Intestinal Characteristics and Feed Passage Rate of Broiler Chickens. *Poultry Science* 84:734-741.
- Singh. D., L. Wangchu and S.K. Mood., 2007. Processed products of Tamarind. *Natural Product Radiance*. Vol. 6(4) 2007. pp 315-321
- Sinurat AP, Purwadaria T, Rosida J, Surachman H, Hamid H, Kompiang IP. 1998b. Pengaruh suhu ruang fermentasi dan kadar air substrat terhadap nilai gizi produk fermentasi lumpur sawit. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3(4): 225-229.
- Sjofjan Osfar, Eko Widodo, Achmanu. 2013. Karakteristik Usus Halus Ayam Pedaging yang Diberikan Asam Jeruk Nipis dalam Pakan. *Jurnal Veteriner* Maret. 14(1): 105-110

- Sjofjan, O., M.H Natsir dan T ardiati.2015. Efek penggunaan probiotik Campuran Dalam AirvMinu Terhadap Karakteristik Dan mikroflora Usus ayam petelur. *Jurnal Ilmu Bird, J. N.* 2006. Performance Improvement
- Sjofjan, O., M.H.Natsir dan T. Ardiati.2015. Efek penggunaan probiotik campuran dalam air minum terhadap karakteristik dan mikroflora usus ayam petelur. *Jurnal Ilmu*
- Soemardji. Andreanus and Andreanus A.2007. *Amarindus Indica L* Or Asam Jawa.The sour but Sweet and useful. Toyoma-Japan
- Subagio, A. (2006). Characterization of hyacinth bean (*Lablab purpureus* (L.) sweet) seeds from Indonesia and their protein isolate. *Food Chemistry*, 95(1), 65–70.
- Sugito dan M. Delima. 2007. Dampak Cekaman Panas terhadap Pertambahan Bobot Badan, Rasio Heterofil:Limfosit dan Suhu Tubuh Ayam Broiler. *J. Ked. Hewan* 3(1): 216-226.
- Sugito, Manalu W, Astuti DA, Handhrayani E, Chairul. 2007. Morfometrik usus dan performa ayam broiler yang diberi cekaman panas dan ekstrak nHeksana Kulit Batang “Jaloh” (*Salix tetrasperma*Roxb). *Jurnal Media Peternakan*30(3): 198-206
- Sun, X. 2004. Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets. Thesis. Animal and Poultry Science. Blacksburg. Virginia.
- Supriyati, Pasaribu T, Hamid H, Sinurat AP. 1998. Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3(3): 165-170
- Suthama, N dan S.M. Ardiningasasi. 2012. Perkembangan fungsi fisiologis saluran pencernaan ayam Kedu periode starter. *Laporan Penelitian*. Fakultas Peternakan. UNDIP. Semarang.
- Tillman, A.D., Hari H., Soedomo R., Soeharto P. dan Soekanto L. 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. *Buletin Peternakan* Vol. 40 (1): 1-10, Februari 2016 ISSN-0126-4400 E-ISSN-2407-876X
- Tualaka, Y., Wea, R., & Koni, T. (2012). Pemanfaatan biji asam fermentasi dengan ragi tempe terhadap kecernaan bahan kering dan protein kasar ransum ternak babi lokal. *Buletin Pertanian Terapan*, 19(2), 152–164
- Vadivel V. dan M. Pugalenth. 2010. Evaluation of traditional knowledge value and protein quality of an under-utilized tribal food legum. *Indian Journal of Traditional Knowledge*. 9(4): 791-797.
- Wahju J, 1988. Ilmu Nutrisi Unggas. Gadjahmada University Press, Yogyakarta.
- Wang JX, Peng KM. 2008. Developmental morphology of small intestine of African ostrich chicks. 87: 2629-2635.

- Wea R, Koni TNI, Koten B. 2012. Identifikasi Komposisi Tubuh dan Performans Produksi Babi Lokal Jantan yang Mengonsumsi Pakan Olahan Biji Asam dalam Ransum . Kupang. Laporan Penelitian. Politeknik Pertanian Negeri Kupang.
- Widodo, T.S.,B Sulistyanto dan C.S Utama.2015. Jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam digesta Usus dan Sekum Ayam Broiler yang diberi Pakan Ceceran Pabrik Pakan yang Difermentasi. *Agripet*. 15(2):98-103
- Widodo, W. 2009. Nutrisi dan Pakan Unggas Kontekstual. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Winarsih, W. 2005. Pengaruh probiotik dalam pengendalian Salmonellosis subklinis pada ayam : Gambaran patologis dan performan. Disertasi. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wizna, H. Abbas, Y. Rizal, A. Dharma dan I. P. Kompiang. 2008. Improving the quality of tapioca by product (onggok) as poultry feed through fermentation by *Bacillus amyloliquefaciens*. Makalah Seminar Internasional Bioteknologi ke 4 Indonesian Biotechnology Conference
- Wresdiyati, U., Laila, S.R., Setio R., Arief, I.A., Astawan, M. 2013. Probiotik Indigenus Meningkatkan Profil Kesehatan Usus Halus Tikus yang Diinfeksi Enteropathogenic *E. coli*. Departemen Anatomi, Fisiologi, dan Farmakologi. Fakultas Kedokteran Hewan. IPB. Bogor.
- Xu ZR, Hu CH, Xia MS, Zhan XA, Wong MQ. 2003. Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poult Sci*. 82:1030-1036.
- Yamauchi K, Isshiki Y. 1991. Scanning electron microscopis obsevation on the intestinal vili in growing white lohorn and broiler chicken from 1 to 30 days of age. *Br Poult Sci*. 32:67-78.
- Yao Y, Xiaoyan T, Haibo X, Jincheng K, Ming X, Xiaobing W. 2006. Effect of choice feeding on performance gastrointestinal development and feed utilization of broilers. *Asian-Aust J Anim Sci*. 19: 91-96.
- Yuli Frita Nuningtyas. 2017. Pengaruh Penambahan Tepung bawang putih(*allium sativum*) sebagai aditiv terhadap penampilan produksi ayam pedaging.*J. Ternak Tropika* .15(1): 21-30
- Zou, Z.X., Y. Isshiki., K. Yamauchi and Y. Nakahiro. 1990. Effects of force feeding and dietary cereals on gastrointestinal size, intestinal absorptive ability and endogenous Nitrogen in ducks. *Br. Poult. Sci*. 31:307-317

Lampiran 1. Data suhu kandang 1 periode (°C)

Tanggal	Umur	Suhu (°C)		
		Pagi (05.00)	Siang (12.00)	Sore (16.00)
1 Oktober 2019	1			34
2 Oktober 2019	2	32	34	32
3 Oktober 2019	3	29	35	33
4 Oktober 2019	4	32	34	33
5 Oktober 2019	5	32	32	33
6 Oktober 2019	6	29	32	32
7 Oktober 2019	7	31	32	30
8 Oktober 2019	8	29	31	30
9 Oktober 2019	9	28	30	30
10 Oktober 2019	10	27	30	31
11 Oktober 2019	11	28	31	30
12 Oktober 2019	12	28	30	29
13 Oktober 2019	13	28	30	29
14 Oktober 2019	14	29	28	28
15 Oktober 2019	15	28	27	28
16 Oktober 2019	16	25	29	28
17 Oktober 2019	17	22	24	28
18 Oktober 2019	18	25	34	28
19 Oktober 2019	19	21	22	24
20 Oktober 2019	20	27	30	31
21 Oktober 2019	21	28	31	28
22 Oktober 2019	22	28	30	29
23 Oktober 2019	23	28	30	29
24 Oktober 2019	24	29	35	33
25 Oktober 2019	25	27	31	28
26 Oktober 2019	26	27	30	29
27 Oktober 2019	27	28	32	30
28 Oktober 2019	28	26	33	30
29 Oktober 2019	29	28	31	31
30 Oktober 2019	30	28	30	32
31 Oktober 2019	31	28	32	33
1 November 2019	32	28	32	33
2 November 2019	33	29	31	31
3 November 2019	34	26	31	33
4 November 2019	35	27	30	30
5 November 2019	36	26		
Jumlah		971	1074	1060
Rata-rata		27,74	30,69	30,29
Suhu rata-rata (°C)		29,57		

Lampiran 2. Koefisien keragaman bobot badan (g/ekor)

DOC	Bb (g)	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
1	38	-1,29	1,66
2	40	0,71	0,50

3	38	-1,29	1,66
4	39	-0,29	0,08
5	36	-3,29	10,82
6	43	3,71	13,76
7	39	-0,29	0,08
8	39	-0,29	0,08
9	43	3,71	13,76
10	38	-1,29	1,66
11	40	0,71	0,50
12	38	-1,29	1,66
13	39	-0,29	0,08
14	38	-1,29	1,66
15	38	-1,29	1,66
16	38	-1,29	1,66
17	41	1,71	2,92
18	39	-0,29	0,08
19	39	-0,29	0,08
20	38	-1,29	1,66
21	38	-1,29	1,66
22	39	-0,29	0,08
23	42	2,71	7,34
24	39	-0,29	0,08
25	38	-1,29	1,66
26	41	1,71	2,92
27	38	-1,29	1,66
28	39	-0,29	0,08
29	37	-2,29	5,24
30	37	-2,29	5,24
31	38	-1,29	1,66
32	39	-0,29	0,08
33	38	-1,29	1,66
34	38	-1,29	1,66
35	36	-3,29	10,82
36	40	0,71	0,50
37	37	-2,29	5,24
38	44	4,71	22,18
39	43	3,71	13,76
40	42	2,71	7,34
41	37	-2,29	5,24
42	37	-2,29	5,24
43	44	4,71	22,18

44	39	-0,29	0,08
45	37	-2,29	5,24
46	38	-1,29	1,66
47	39	-0,29	0,08
48	43	3,71	13,76
49	37	-2,29	5,24
50	39	-0,29	0,08
51	38	-1,29	1,66
52	40	0,71	0,50
53	40	0,71	0,50
54	42	2,71	7,34
55	38	-1,29	1,66
56	38	-1,29	1,66
57	43	3,71	13,76
58	38	-1,29	1,66
59	39	-0,29	0,08
60	40	0,71	0,50
61	39	-0,29	0,08
62	41	1,71	2,92
63	40	0,71	0,50
64	41	1,71	2,92
65	38	-1,29	1,66
66	40	0,71	0,50
67	44	4,71	22,18
68	39	-0,29	0,08
69	39	-0,29	0,08
70	40	0,71	0,50
71	40	0,71	0,50
72	38	-1,29	1,66
73	38	-1,29	1,66
74	41	1,71	2,92
75	37	-2,29	5,24
76	41	1,71	2,92
77	42	2,71	7,34
78	37	-2,29	5,24
79	37	-2,29	5,24
80	38	-1,29	1,66
81	42	2,71	7,34
82	39	-0,29	0,08
83	41	1,71	2,92
84	38	-1,29	1,66
85	38	-1,29	1,66

86	39	-0,29	0,08
87	41	1,71	2,92
88	38	-1,29	1,66
89	40	0,71	0,50
90	42	2,71	7,34
91	38	-1,29	1,66
92	41	1,71	2,92
93	39	-0,29	0,08
94	38	-1,29	1,66
95	40	0,71	0,50
96	38	-1,29	1,66
97	40	0,71	0,50
98	40	0,71	0,50
99	39	-0,29	0,08
100	38	-1,29	1,66
Jumlah	3929		338,59
Rataan	39,29		
sd	1,85		
KK	4,71		

$$\begin{aligned}
 \text{sd} &= \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(38-39,29)^2 + (40-39,29)^2 + \dots + (38-39,29)^2}{100-1}} \\
 &= 1,85
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KK} &= \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% \\
 &= \frac{1,85}{39,29} \times 100\% \\
 &= 4,71\%
 \end{aligned}$$

Disimpulkan bahwa materi yang digunakan homogen atau seragam karena mempunyai koefisien keragaman kurang dari 10% yaitu 4,71 %.

Lampiran 2. Data Hasil Penelitian Terhadap Ayam Pedaging

perlakuan	Ulangan	pH digesta usus	viskositas		panjang villi	lebar villi	kedalaman crypta
			η	Angle			
P0	1	6.6	68 mPa	0,8	692	112	120
	2	6.7	70	0.8	595	98,5	116
	3	6.6	68	0.6	670	115,5	116,85
	4	6.7	71	0.6	580	110	111,03
P1	1	6.7	69	0.7	729	102	115
	2	6.5	68	0.7	692	113,2	113
	3	6.7	70	0.7	702	105	117
	4	6.6	70	0.7	711	115	119
P2	1	6.5	68	0.7	676	115	117
	2	6.4	68	0.7	676	114	119
	3	6.6	70	0.7	688	120	119
	4	6.7	70	0.7	690	118	120,5
P3	1	6.7	71	0.8	680	117	117,99
	2	6.6	71	0.8	690	119	109,22
	3	6.6	69	0.8	710	119,5	112
	4	6.6	70	0.8	710	115	115
P4	1	6.6	70	0.7	678	96,6	124
	2	6.5	71	0.7	680	115	115,61
	3	6.7	70	0.7	690	102,1	124
	4	6.7	70	0.7	690	102,88	120

Lampiran 3. Data dan analisis statistik uji pH usus

Tabel data hasil uji pH ileum pada usus ayam pedaging

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata ± sd
	U1	U2	U3	U4		
P0	6,6	6,7	6,6	6,7	26,60	6,65± 0,06
P1	6,7	6,5	6,7	6,6	26,50	6,63± 0,10
P2	6,5	6,4	6,6	6,7	26,20	6,55± 0,13
P3	6,7	6,6	6,6	6,6	26,50	6,63± 0,05
P4	6,6	6,5	6,7	6,7	26,50	6,63± 0,10
Total	33,10	32,70	32,90	32,80	132,3	

ANOVA:

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{(\sum_{ij} Y_{ij})^2}{n} \\ &= \frac{131,50^2}{20} \\ &= 875,16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= \sum X^2 - \text{FK} \\ &= 6,6^2 + 6,7^2 + \dots + 6,6^2 - 864,612 \\ &= 875,31 - 875,16 \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan (JKP)} &= \frac{\sum \text{perlakuan}^2}{\sum \text{ulangan}} - \text{FK} \\ &= \frac{26,10^2 + 26,50^2 + 26,20^2 + 26,40^2 + 26,40^2}{4} - 864,612 \\ &= 875,18 - 875,16 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,15 - 0,02 \\ &= 0,13 \end{aligned}$$

Tabel ANOVA uji pH usus dengan penambahan tepung biji asam fermentasi.

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0,02	0,005	0,581	3,55	4,89
Galat	15	0,13	0,0086			
Total	19	0,15				

Kesimpulan :

F hitung < F tabel

Artinya pengaruh tepung biji asam fermentasi dengan presentasi yang berbeda memberikan pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap uji pH usus ayam pedaging.

Lampiran 4. Data dan analisis statistik uji viskositas usus

Tabel data hasil uji viskositas ayam pedaging

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata ± sd
	U1	U2	U3	U4		
P0	68	70	68	71	277	69,25± 1,50
P1	69	68	70	70	277	69,25± 0,96
P2	68	68	70	70	276	69,00± 1,15
P3	71	71	69	70	281	70,00± 0,96
P4	70	70	70	70	280	69,00± 2,00
Total	346	347	347	351		

ANOVA:

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{(\sum_{ij} Y_{ij})^2}{n} \\ &= \frac{1386^2}{20} \\ &= 96049,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= \sum X^2 - \text{FK} \\ &= 68^2 + 70^2 + \dots + 70^2 - 96049,8 \\ &= 96765 - 96049,8 \\ &= 715,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan (JKP)} &= \frac{\sum \text{perlakuan}^2}{\sum \text{ulangan}} - \text{FK} \\ &= \frac{277^2 + 277^2 + 276^2 + 281^2 + 280^2}{4} - 96049,8 \\ &= 142,95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 715,2 - 142,95 \\ &= 572,25 \end{aligned}$$

Tabel ANOVA uji viskositas usus dengan penambahan tepung biji asam fermentasi.

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	142,95	35,73	0,93	3,05	4,89
Galat	15	572,25	38,15			
Total	19	171,2				

Kesimpulan :

F hitung < F tabel

Artinya pengaruh tepung biji asam fermentasi dengan presentasi yang berbedamemberikan pengaruh tidaknyata ($P > 0,05$) terhadap uji viskositasusus ayam pedaging.

Lampiran 5. Data dan analisis statistik uji panjang villi

Tabel data hasil uji panjang villi pada ayam pedaging.

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata ± sd
	U1	U2	U3	U4		
P0	692	595	670	580	2537	634,25± 55,07
P1	729	692	702	711	2834	708,50± 15,72
P2	676	676	688	690	2730	682,50± 7,55
P3	680	690	710	710	2790	697,50± 15,00
P4	678	680	690	690	2738	684,50± 6,40
Total	3455	3333	3460	3381	11074,16	

ANOVA:

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{(\sum_{ij} Y_{ij})^2}{n} \\ &= \frac{13629^2}{20} \\ &= 9287482,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= \sum X^2 - \text{FK} \\ &= 692^2 + \dots + 690^2 - 9287482,05 \\ &= 23716,95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan (JKP)} &= \frac{\sum \text{perlakuan}^2}{\sum \text{ulangan}} - \text{FK} \\ &= \frac{2537^2 + 2834^2 + 2730^2 + 2790^2 + 2738^2}{4} - 9287482,05 \\ &= 12910,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 23716,95 - 12910,2 \\ &= 10806,75 \end{aligned}$$

Tabel ANOVA uji panjang villi dengan penambahan tepung biji asam fermentasi.

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	12910,2	3227,55	4,4	3,05	4,89
Galat	15	10806,75	720,45			
Total	19					

Kesimpulan :

F hitung > F tabel

Artinya pengaruh tepung biji asam fermentasi dengan presentasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap uji panjang villi ayam pedaging.

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 SE \text{ (Standart Error)} &= R\alpha \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= R\alpha \sqrt{\frac{720,45}{4}} \\
 &= R\alpha \sqrt{180,1125} \\
 &= 13,420
 \end{aligned}$$

Tabel Nilai Kritis UJBD 5%

Selangan	2	3	4	5
JND 5%	3,01	3,16	3,25	3,31
JNT 5%	40,3942	42,4072	43,615	44,4202

Tabel Perhitungan Notasi

Perlakuan	Rataan	Notasi
P0	634,25	A
P4	684,50	B
P2	682,50	B
P3	697,50	B
P1	708,50	B

Keterangan: Perbedaan notasi menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (berdasar hasil Uji Jarak Berganda *Duncan*)

Lampiran 6. Data dan analisis statistik uji lebar villi

Tabel data hasil uji lebar villi ileum dari ayam pedaging

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata ± sd
	U1	U2	U3	U4		
P0	112	98,5	115,5	110	436,00	109,00±7,36
P1	102	113,2	105	115	435,20	108,80± 6,28
P2	115	114	120	118	467,00	116,75±2,75
P3	117	119	119,5	115	470,50	117,63±2,06
P4	96,6	115	102.1	102,88	416,58	104,15±7,76
Total	542,60	559,70	590.47	560,88	2225,28	

ANOVA:

$$\begin{aligned}\text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{(\sum_{ij} Y_{ij})^2}{n} \\ &= \frac{2225,58^2}{20} \\ &= 247593,5539\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Total (JKT)} &= \sum X^2 - \text{FK} \\ &= 112^2 + 98,5^2 + \dots + 102,88^2 - 247593,5539 \\ &= 1026,70\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Perlakuan (JKP)} &= \frac{\sum \text{perlakuan}^2}{\sum \text{ulangan}} - \text{FK} \\ &= \frac{436,00^2 + 435,20^2 + 467,00^2 + 470,50^2 + 416,58^2}{4} - 247593,5539 \\ &= \frac{248620,25}{4} - 247593,5539 \\ &= 529,74268\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 1026,70 - 529,74268 \\ &= 496,9573\end{aligned}$$

Tabel ANOVA uji lebar villi dengan penambahan tepung biji asam fermentas

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	529,7427	132,4357	3,997	3,05	4,89
Galat	15	496,96	33,13052			
Total	19	1026,70				

Kesimpulan :

F hitung > F tabel

Artinya presentase yang memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) pada uji lebar villi ileum usus ayam pedaging.

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 \text{SE (Standart Error)} &= R\sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= R\sqrt{\frac{33,13052}{4}} \\
 &= R\sqrt{8,28263} \\
 &= 13,420
 \end{aligned}$$

Tabel Nilai Kritis UJBD 5%

Selangan	2	3	4	5
JND 5%	3,01	3,16	3,25	3,31
JNT 5%	40,3942	42,4072	43,615	44,4202

Tabel Perhitungan Notasi

Perlakuan	Rataan	Notasi
P4	416,58	a
P1	435,2	a
P0	436	b
P2	467	b
P3	470,50	b

Keterangan: Perbedaan notasi menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (berdasar hasil Uji Jarak Berganda *Duncan*)

Lampiran 7. Data dan analisis statistik uji kedalaman Cripta

Tabel data hasil uji kedalaman cripta pada usus ayam pedaging.

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata ± sd
	U1	U2	U3	U4		
P0	120	116	116.85	111.03	115,97	115,97 ± 3,72
P1	115	113	117	119	116,00	116,00± 2,58
P2	117	119	119	120.5	113,55	118,88± 1,44
P3	117.99	109.22	112	115	120,90	113,55± 3,78
P4	124	115.61	124	120	582,40	120,90± 4,00
Total	593,99	572,83	588,85	585,83	2341,20	

ANOVA:

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{(\sum_{ij} Y_{ij})^2}{n} \\ &= \frac{2341,20^2}{20} \\ &= 274060,872 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= \sum X^2 - \text{FK} \\ &= 120^2 + 115^2 + \dots + 120^2 - 274060,872 \\ &= 274350,15 - 274060,872 \\ &= 289,28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan (JKP)} &= \frac{\sum \text{perlakuan}^2}{\sum \text{ulangan}} - \text{FK} \\ &= \frac{115,97^2 + 116,00^2 + 113,55^2 + 120,90^2 + 582,40^2}{4} - 274060,872 \\ &= 130,69315 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 289,28 - 130,69315 \\ &= 158,59 \end{aligned}$$

Tabel ANOVA uji kedalaman cripta dengan penambahan tepung biji asam fermentasi.

Kesimpulan :

SK	Db	JK	KT	F hitung	F table	
					5%	1%
Perlakuan	4	130,6931	32,67329	3,09	3,06	4,89
Galat	15	158,59	10,57259			
Total	19	289,28				

F hitung > F tabel

Artinya penambahan tepung biji asam jawa dengan presentase yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata (<P 0,05) pada uji kedalaman cripta usus ayam pedaging.

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 \text{SE (Standart Error)} &= Rx \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}} \\
 &= Rx \sqrt{\frac{10,57259}{4}} \\
 &= Rx \sqrt{2,6431475} \\
 &= 1,6257
 \end{aligned}$$

Tabel Nilai Kritis UJBD 5%

Selangan	2	3	4	5
JND 5%	3,01	3,16	3,25	3,31
JNT 5%	4,89	5,13	5,28	5,38

Tabel Perhitungan Notasi

Perlakuan	Rataan	Notasi
P0	113.55	a
P2	115.97	a
P1	116.00	ab
P3	120.90	b
P4	582.40	c

Keterangan: Perbedaan notasi menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (berdasar hasil Uji Jarak Berganda *Duncan*).

Lampiran 8. Dokumentasi Selama Penelitian



Biji Asam



Tepung Biji Asam



Bekatul



Cairan Fermentasi



Tepung Biji Asam Fermentasi



Bungkil Kedelai



Jagung Giling



MBM



Pakan DOC



Penimbangan Pakan Perlakuan DOC Strain New Loman MB 202 Vaksin DOC



Suhu Kandang Siang Hari Suhu Kandang Malam Hari

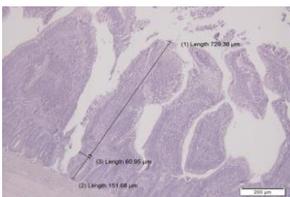


Penimbangan Ternak Sebelum di potong Ayam Hasil Seleksi Setelah ditimbang

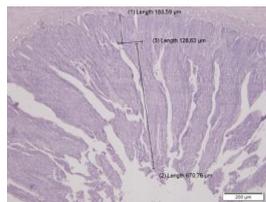


Dicelupkan Pada Air Mendidih Pengukuran pH

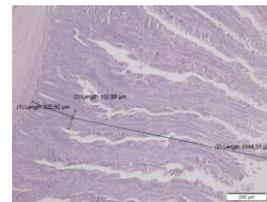
Pemotongan usus



Panjang Vili



Lebar Villi



Kedalaman Kripta