

**PENAMBAHAN ENKAPSULAT *Lactobacillus plantarum* DAN EKSTRAK
UBI UNGU PADA RANSUM TERHADAP BOBOT ORGAN LIMFOID,
RASIO HETEROFIL-LIMFOSIT DAN PERTUMBUHAN
AYAM BROILER**

SKRIPSI

Oleh

ARINI ASTARI



**PROGRAM STUDI S-1 PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
S E M A R A N G
2 0 2 6**

PENAMBAHAN ENKAPSULAT *Lactobacillus plantarum* DAN EKSTRAK
UBI UNGU PADA RANSUM TERHADAP BOBOT ORGAN LIMFOID,
RASIO HETEROFIL-LIMFOSIT DAN PERTUMBUHAN
AYAM BROILER

Oleh

ARINI ASTARI
NIM : 23010121140171

Salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Peternakan pada Program Studi S-1 Peternakan
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
S E M A R A N G
2 0 2 6

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Arini Astari
NIM : 23010121140171
Program Studi : S-1 Peternakan

dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Skripsi yang berjudul: **Penambahan Enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan Ekstrak Ubi Ungu pada Ransum terhadap Bobot Organ Limfoid, Rasio Heterofil-Limfosit dan Pertumbuhan Ayam Broiler** dan penelitian yang terkait dengan skripsi ini merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu: **Lilik Krismiyanto, S.Pt., M.Si. dan Prof. Ir. Vitus Dwi Yunianto Budi Ismadi, M.S., M.Sc., Ph.D., IPU.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik, maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S-1 Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, Juni 2026
Penulis.


METERAI
TEMPEL
B17A0X011027443
Arini Astari

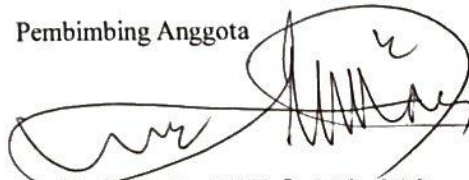
Mengetahui:

Pembimbing Utama



Lilik Krismiyanto, S.Pt., M.Si.

Pembimbing Anggota



Prof. Ir. Vitus Dwi Y. B. I., M.S., M.Sc.,
Ph.D., IPU.

Judul Skripsi

: PENAMBAHAN ENKAPSULAT
Lactobacillus plantarum DAN EKSTRAK UBI
UNGU PADA RANSUM TERHADAP
BOBOT ORGAN LIMFOID, RASIO
HETEROFIL-LIMFOSIT DAN
PERTUMBUHAN AYAM BROILER

Nama Mahasiswa

: ARINI ASTARI

Nomor Induk Mahasiswa

: 23010121140171

Program Studi/Departemen

: S-1 PETERNAKAN / PETERNAKAN

Fakultas

: PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal ... 17 JUN 2020

Pembimbing Utama

Lilik Krismiyo, S.Pt., M.Si.

Pembimbing Anggota

Prof. Ir. Vitus Dwi Y. B. I., M.S., M.Sc.,
Ph.D., IPU.

Ketua Program Studi

Ir. Rudy Hartanto, S.Pt., M.P., Ph.D., IPM.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program

Prof. Ir. Vitus Dwi Y. B. I., M.S., M.Sc.,
Ph.D., IPU.

Dekan



Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D.

Ketua Departemen

Dr. Ir. Sri Sumarsih, S.Pt., M.P., IPM.

RINGKASAN

ARINI ASTARI. 23010121140171. 2026. Penambahan Enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan Ekstrak Ubi Ungu pada Ransum terhadap Bobot Organ Limfoid, Rasio Heterofil-Limfosit dan Pertumbuhan Ayam Broiler. (Pembimbing : **LILIK KRISMIYANTO** dan **VITUS DWI YUNianto BUDI ISMADI**)

Penelitian bertujuan untuk mengkaji penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu pada ransum terhadap bobot organ limfoid, rasio heterofil-limfosit dan bobot badan broiler. Penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai Februari 2025 di Kandang Unggas, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

Ternak penelitian menggunakan ayam broiler strain Ross unsexed sebanyak 200 ekor dengan bobot badan rata-rata $44,8 \pm 2,4$ g. Perlakuan diberikan pada umur 8 hari dengan bobot badan rata-rata $209,05 \pm 4,19$ g. Enkapsulat *Lactobacillus plantarum* (ELp) dan enkapsulat ekstrak ubi ungu (EEUU) sebagai aditif. Ransum penelitian disusun dari jagung kuning, bekatul, bungkil kedelai, meat bone meal, limestone, premix, lisin dan metionin. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diterapkan meliputi T0 (Ransum basal tanpa Lp + EEUU), T1 (Ransum basal + ELp 1,2%), T2 (Ransum basal + EEUU 0,14%), dan T3 (Ransum basal + ELp 1,2% + EEUU 0,14%). Parameter yang diukur meliputi rasio heterofil-limfosit, bobot relatif organ limfoid (bursa Fabricius, limpa dan timus) dan bobot badan ayam broiler. Data diolah dengan analisis ragam pada taraf 5%, jika perlakuan berpengaruh nyata maka dilakukan uji Duncan pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ELp dan EEUU pada ransum berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rasio heterofil-limfosit, bobot relatif limpa, dan bobot badan ayam broiler, tetapi tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap bobot relatif timus dan bobot relatif bursa Fabricius. Rasio heterofil-limfosit pada T1, T2 dan T3 nyata ($p < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan T0. Bobot relatif limpa pada T3 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan T2, tetapi nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0 dan T1. Pertambahan bobot badan harian pada T3 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2.

Simpulan penelitian adalah penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* sebanyak 1,2% dan enkapsulat ekstrak ubi ungu sebanyak 0,14% pada ransum dapat meningkatkan rasio heterofil-limfosit, limpa dan bobot badan ayam broiler, meskipun bobot relatif timus dan bobot relatif bursa Fabricius sama.

KATA PENGANTAR

Peningkatan produktivitas broiler membutuhkan ransum yang berkualitas yang dapat memenuhi bobot badan ayam broiler dan kesehatan ayam broiler. Peningkatan produktivitas ternak dapat dilakukan dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu dengan masing-masing mengandung probiotik dan fitobiotik dengan senyawa flavanoid sebagai antimikroba dan antibakteri yang dapat meningkatkan bobot badan ayam.

Penulis memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat melaksanakan dan menyelesaikan penelitian dengan judul “Penambahan Enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan Ekstrak Ubi Ungu pada Ransum terhadap Bobot Organ Limfoid, Rasio Heterofil-Limfosit, dan Pertumbuhan Ayam Broiler”. Semua ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang membantu, mendukung dan memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikannya. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Lilik Krismiyanto, S.Pt., M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan Prof. Ir. Vitus Dwi Yudianto Budi Ismadi, M.S., M.Sc., Ph.D., IPU. selaku pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro dan Dr. Ir. Sri Sumarsih, S.Pt., M. P., IPM. selaku Ketua Departemen Peternakan Universitas Diponegoro serta Ir. Rudy Hartanto, S.Pt., M. P., Ph. D., IPM. selaku Ketua Program Studi S1 Peternakan

dan seluruh staf akademik serta karyawan yang telah memberi fasilitas dan membantu penulis selama masa perkuliahan.

3. drh. Ikania Agusetyaningsih, M.Pt. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan motivasi dan arahan yang bermanfaat. Ir. Surono M.P. selaku Koordinator Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan yang telah memfasilitasi penggunaan alat-alat laboratorium.
4. Dr. Ir. Mulyono, M.Si. dan Prof. Dr. Dra. Turrini Yudiarti, M.Sc. selaku dosen penguji dan Ir. Daud Samsudewa, S.Pt., M.Si., Ph.D., IPM. selaku dosen panitia yang telah memberikan masukan dan perbaikan dalam skripsi penulis.
5. Orang Tua penulis cintai dan sayangi Bapak M.Sapar dan Ibu Siti Hajar serta Kakak drh. Fitri Novita dan Afrinal Arief yang selalu memberikan dukungan moral dan materil serta doa kepada penulis.
6. Tim penelitian yaitu Buana, Pidari, Adhatio, Diki, Farid, Dadang dan Putri atas kerja samanya selama penelitian.

Semoga dengan disusunnya skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Semarang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR ILUSTRASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Ayam Broiler	5
2.2. Ransum dan Standar Nutrien untuk Ayam Broiler.....	6
2.3. <i>Lactobacillus plantarum</i> sebagai Probiotik.....	9
2.4. Ubi Ungu sebagai Fitobiotik	10
2.5. Enkapsulasi	11
2.6. Organ Limfoid dan Rasio Heterofil-Limfosit Ayam Broiler....	12
BAB III. MATERI DAN METODE	16
3.1. Materi	16
3.2. Metode	17
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot Relatif Timus Ayam Broiler.....	23
4.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot Relatif Bursa Fabricius Ayam Broiler	25
4.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot Relatif Limpa Ayam Broiler	26
4.4. Pengaruh Perlakuan terhadap Rasio Heterofil-Limfosit pada Ayam Broiler.....	30
4.5. Pengaruh Perlakuan terhadap Pertambahan Bobot Badan Harian Ayam Broiler	32

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1. Simpulan	36
5.2. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	50
RIWAYAT HIDUP	68

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Performa Ayam Broiler	6
2. Standar Nutrien Ayam Broiler	7
3. Komposisi dan Kadar Nutrien Ransum Basal	17
4. Bobot Relatif Timus pada Ayam Broiler.....	23
5. Bobot Relatif Bursa Fabricius pada Ayam Broiler.....	25
6. Bobot Reltif Limpa Pada Ayam Broiler	27
7. Rasio Heterofil-Limfosit pada Ayam Broiler	31
8. Pertambahan Bobot Badan Harian Ayam Broioler	33

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. <i>Lactobacillus plantarum</i>	9
2. Ubi Ungu	10
3. Pembuatan Ekstrak Ubi Ungu.....	19
4. Proses Enkapsulasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dan Ekstrak Ubi Ungu.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Perhitungan Bobot Relatif Timus pada Ayam Broiler	50
2. Analisis Statistik Bobot Relatif Timus pada Ayam Broiler	51
3. Perhitungan Bobot Relatif Bursa Fabricius pada Ayam Broiler.....	53
4. Analisis Statistik Bobot Relatif Bursa Fabricius pada Ayam Broiler.....	54
5. Perhitungan Bobot Relatif Limpa pada Ayam Broiler.....	56
6. Analisis Statistik Bobot Relatif Limpa pada Ayam Broiler.....	57
7. Perhitungan Rasio Heterofil-Limfosit pada Ayam Broiler.....	60
8. Analisis Statistik Rasio Heterofil-Limfosit pada Ayam Broiler.....	61
9. Analisis Statistik Pertambahan Bobot Badan Harian pada Ayam Broiler.....	64
10. Data Pendukung Penelitian	67

BAB I

PENDAHULUAN

Peternakan ayam broiler merupakan industri peternakan untuk memenuhi kebutuhan protein hewani pada masyarakat. Badan Pusat Statistik (2025) melaporkan bahwa produksi daging ayam broiler di Indonesia dari tahun 2023 sampai 2025 berkisar antara 3.997.652,70 – 4.250.000 ekor. Jumlah produksi daging yang tinggi harus berimplikasi terhadap pemeliharaan ayam dengan intensif. Pemeliharaan ayam dalam kondisi *open house* memiliki tantangan terhadap perubahan lingkungan. Kondisi lingkungan yang cenderung berubah dapat mengakibatkan kesehatan ayam terganggu. Upaya untuk meningkatkan kesehatan dan performa ayam dapat ditambahkan *natural feed additive* pada ransum bersumber dari *Lactobacillus plantarum* dan ubi ungu.

Lactobacillus plantarum merupakan bakteri asam laktat (BAL) yang berperan sebagai probiotik. Probiotik termasuk ke dalam pakan fungsional, probiotik mampu menjaga keseimbangan mikrobiota usus, meningkatkan imunitas tubuh dan bermanfaat bagi kesehatan tubuh lainnya (Quigley, 2018). *Lactobacillus plantarum* bersifat antioksidan dan dengan masuknya bakteri tersebut di dalam usus ayam maka akan melindungi tubuh ayam dari radikal bebas (Kim *et al.*, 2021), selain itu juga memiliki aktivitas antibakteri dan imunostimulasi (Zare *et al.*, 2024). Hasil penelitian tentang *Lactobacillus plantarum* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap bobot relatif limpa, rasio heterofil-limfosit dan pertambahan bobot badan harian ayam broiler, tetapi tidak

berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap bobot relatif timus dan bobot relatif bursa fabricius pada ayam broiler (Pratama dan Wijaya. 2025). Ubi ungu memiliki kandungan utama yaitu antosianin. Kandungan antosianin sebesar 110,51 mg/100g (Ginting *et al.*, 2015). Antosianin berperan sebagai peningkatan pertumbuhan, antioksidan, pengaturan kekebalan tubuh, dan pengaturan metabolisme lemak darah pada tubuh unggas. Hasil penelitian pada Krismiyanto *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak ubi ungu sebanyak 0,14% pada ransum dapat menurunkan pencernaan lemak dan perlemakan daging serta meningkatkan bobot karkas ayam broiler. Kombinasi *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu agar dimanfaatkan secara maksimal di usus halus dilakukan proses enkapsulasi.

Enkapsulasi merupakan suatu proses pembungkusan suatu bahan inti seperti zat bioaktif atau bakteri probiotik menggunakan bahan enkapsulasi tertentu yang bermanfaat untuk mempertahankan viabilitas dan melindungi dari kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti panas, bahan kimia, asam lambung, dan garam empedu (Sumanti *et al.* 2016). Bahan penyalut yang digunakan yaitu maltodekstrin. Maltodekstrin digunakan karena mudah dalam penanganan proses, mengalami dispersi cepat, memiliki kelarutan tinggi, viskositas rendah, menghambat kristalisasi, daya ikat kuat, mampu membentuk matrik yang menyebabkan terjadinya pencoklatan rendah dan stabil pada emulsi minyak dan air (Yuliyati *et al.*, 2020). Teknik pengeringan beku menggunakan *freeze dryer*. Penggunaan *freeze dryer* memiliki keunggulan yaitu perubahan struktur dan

penyusutan pada produk menjadi minimal, rehidrasi cepat dan sempurna, partikel kering dan porous serta densitasnya rendah.

Hasil enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu memasuki esofagus ayam dan mampu melewati proventikulus dengan pH asam (2-4) dengan bahan penyalut tetap bertahan, kemudian menuju gizzard dengan proses pencernaan secara mekanik, berikutnya masuk ke dalam usus halus dengan bantuan enzim amilase. *Lactobacillus plantarum* dikenal sebagai probiotik dengan kemampuannya untuk melekat pada mukosa usus halus, berkompetisi dengan bakteri patogen sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Antosianin pada ekstrak ubi ungu sebagai antioksidan untuk menghambat radikal bebas dan melindungi mukosa usus dari stress oksidatif. Penurunan total bakteri patogen diakibatkan pH lingkungan yang rendah dikarenakan produksi *short chain fatty acids* (SCFA) dan asam laktat yang tinggi (Krismiyo *et al.*, 2023). Kondisi lingkungan saluran pencernaan yang sehat dapat memberikan respon perkembangan organ limfoid (bursa Fabricius, limpa dan timus) dan heterofil-limfosit menjadi baik. Hal ini berdampak pada penyerapan nutrisi yang maksimal dan meningkatkan bobot badan ayam broiler.

Penelitian bertujuan untuk mengkaji penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu pada ransum terhadap bobot organ limfoid, rasio heterofil-limfosit dan pertumbuhan ayam broiler. Manfaat penelitian adalah memberikan informasi secara ilmiah mengenai penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu sebagai alternatif *feed additive* pada ransum terhadap bobot organ limfoid, rasio heterofil-limfosit dan

pertumbuhan ayam broiler. Hipotesis penelitian adalah penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu pada ransum diduga mampu meningkatkan bobot organ limfoid, rasio heterofil-limfosit dan pertumbuhan ayam broiler.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ayam Broiler

Ayam broiler merupakan jenis ternak unggas yang dipelihara untuk dimanfaatkan produksi nya yaitu penghasil daging. Jenis ayam ras ini mempunyai pertumbuhan yang cepat sehingga dalam waktu 4-5 minggu sudah dapat dipanen (Nuryanti, 2019). Ayam broiler strain Ross dalam jangka waktu pemeliharaan 4–5 minggu mampu dipanen dengan target bobot badan berkisar antara 1,6 hingga 2,4 kg/ekor (Aviagen, 2021). Ayam broiler merupakan galur ayam transgenik hasil rekayasa bioteknologi dengan karakteristik ekonomis serta memiliki pertumbuhan cepat sebagai penghasil daging dengan masa panen yang pendek (Caldas-Cueva dan Owens, 2020). Keunggulan broiler didukung oleh sifat genetik dan keadaan lingkungan yang meliputi ransum, temperatur lingkungan dan pemeliharaan (Umam *et al.*, 2015).

Strain ayam broiler yang digunakan pada peternakan di indonesia terdapat dua strain yang digunakan yaitu strain *Cobb* dan *Ross* (Nurfirdausya *et al.*, 2021) . Perbedaan strain merupakan faktor genetik yang dapat mempengaruhi performa produksi parent stock ayam broiler, selain itu faktor lingkungan dan interaksi antara keduanya akan mempengaruhi performa produksinya (Nurfirdausya *et al.*, 2021). Ayam broiler strain Ross, yang aslinya dikembangkan di benua Eropa, memiliki karakteristik fisik berupa bulu berwarna putih, jengger tunggal, serta struktur kaki yang besar dan kuat. Keunggulan utama dari strain Ross ini terletak

pada efisiensi konversi pakan yang sangat rendah dan efisien, pertumbuhan badan yang cepat, keseragaman kelompok yang tinggi, pembentukan daging dada (*breast formation*) yang superior, serta kualitas daging dan ketahanan fisik (*livability*) yang sangat baik (Safitri dan Plumerastuti, 2023). Performa ayam broiler tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Performa Ayam Broiler

Umur	Konsumsi Ransum	Bobot badan	Konversi ransum
---- (minggu) ----	----- (g) -----		
1	171	214	0,80
2	542	541	1,00
3	1.193	1.046	1,14
4	2.147	1.697	1.27
5	3.394	2.441	1,40

Keterangan: Ross Management Guide (2022).

2.2. Ransum dan Standar Nutrien untuk Ayam Broiler

Ransum merupakan bahan pakan ternak yang telah diramu dan biasanya terdiri dari berbagai jenis bahan pakan dengan komposisi tertentu (Munandar *et al.*, 2020). Upaya untuk mengetahui keberhasilan usaha peternakan diperlukan suatu ukuran efisiensi, efisiensi ransum adalah kemampuan ransum yang dikonsumsi dalam satuan waktu tertentu untuk menghasilkan bobot badan seekor ternak dalam waktu yang sama (Ibrahim dan Usman, 2019). Penyediaan ransum untuk dan warna dikarenakan unggas lebih menyukai ransum dalam bentuk butiran seperti pellet dengan warna yang mencolok (Kolo *et al.*, 2018). Kebutuhan nutrien ayam broiler tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Nutrien Ayam Broiler

Komponen Nutrien	<i>Starter</i> (umur 1-21 hari)	<i>Finisher</i> (umur 22-panen)
Energi Metabolis (kkal/kg)*	2.975	3.100
Protein (%)*	23,00	19,50
Lemak kasar (%)**	4,00	4,00
Serat kasar (%)**	5,00	6,00
Kalsium (%)*	0,95	0,65
Fosfor (%)*	0,50	0,36

Keterangan: *Ross Management Guide (2022),

** Standar Nasional Indonesia (2022).

Energi pada ayam broiler digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk hidup pokok, pertumbuhan bulu, pertumbuhan daging. Energi metabolis dimanfaatkan hewan untuk aktivitas fisik, metabolis, reproduksi, produksi, dan pembentukan jaringan (Pangaribuan *et al.*, 2022). Kebutuhan energi dipenuhi dari polisakarida (pati), disakarida (sukrosa, maltosa), monosakarida (glukosa, galaktosa, fruktosa), lemak dan protein (Harahap dan Erwan, 2020). Sumber energi utama yang terdapat dalam ransum ayam broiler adalah karbohidrat dan lemak (Widodo, 2018).

Protein dalam organ pencernaan akan dibentuk menjadi asam amino. Protein yang susunan kompleks dan sudah disederhanakan dipecah menjadi 2 kelompok yaitu asam amino esensial dan asam amino nonesensial (Umar, 2021). Protein adalah salah satu nutrien yang harus diperhatikan dalam penyusunan ransum dan penilaian kualitas suatu bahan pakan (Rahayu *et al.*, 2023). Protein dikenal sebagai salah satu unsur pokok penyusun sel tubuh dan jaringan yang memiliki peran penting dalam pencapaian bobot karkas yang diinginkan (Purnama *et al.*, 2023).

Lemak dibutuhkan ayam untuk meningkatkan efisiensi penggunaan ransum, sebagai sumber tenaga yang lebih tinggi dari karbohidrat dan mempunyai peran dalam penyerapan kalsium (Kaleka, 2015). Lemak yang dibutuhkan oleh unggas dapat diperoleh dari penggunaan minyak dalam ransum yang berpotensi sebagai sumber asam lemak esensial (Putri *et al.*, 2022). Asam lemak esensial yang penting untuk ayam broiler yaitu asam lemak linoleat, linolenat dan arakhidonat (Suci *et al.*, 2022). Asam lemak esensial yang tercukupi di dalam tubuh ayam boiler akan mempengaruhi performa ternak (Gaad *et al.*, 2016).

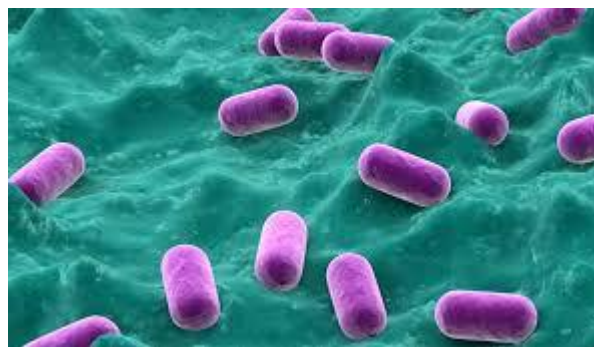
Serat kasar untuk ternak unggas sangat sedikit diperlukan karena organ pencernaan unggas tidak dapat mencerna dengan optimal dibandingkan jenis ternak lainnya, tetapi serat kasar dibutuhkan agar nutrisi lain dapat dicerna dalam pencernaan ayam atau menggerakkan saluran pencernaan agar bekerja optimal. Meskipun unggas tidak membutuhkan serat kasar dalam jumlah besar, kehadiran serat kasar tetap penting bagi kesehatan saluran pencernaan (Putri *et al.*, 2025). Kandungan serat yang tinggi dalam ransum ayam dapat menurunkan tingkat konsumsi ransum, karena serat kasar dalam ransum ayam dibutuhkan dalam jumlah yang rendah (Farid *et al.*, 2019). Semakin tinggi serat kasar dalam ransum menyebabkan jumlah konsumsi ransum semakin menurun, karena ransum bersifat *bulky* sehingga ransum yang dikonsumsi terbatas (Panjaitan dan Manullang, 2018).

Kalsium (Ca) dan fosfor (P) merupakan mineral penting untuk pertumbuhan dan perkembangan rangka pada ayam pedaging (David *et al.*, 2023). Kebutuhan Ca total dan P tersedia (P) untuk ayam pedaging bervariasi antara 7,2–

9,6 dan 3,6–4,8 g/kg, tergantung pada fase pertumbuhan (Ross, 2019). Penyerapan dan penggunaan Ca dan P saling bergantung, dan kedua mineral ini harus dipertimbangkan secara bersamaan dalam pemberian ransum (Imari *et al.*, 2020).

2.3. *Lactobacillus plantarum* sebagai Probiotik

Lactobacillus plantarum merupakan bakteri asam laktat (BAL) yang umumnya ditemukan pada bahan nabati atau permukaan tumbuhan, serta memiliki kemampuan untuk menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir dari metabolisme gula (Hidayatullah *et al.*, 2019). Bakteri *Lactobacillus plantarum* adalah jenis BAL dari genus *Lactobacillus* yang sifatnya ramah lingkungan sebab bersifat non-patogen serta dapat mengganggu pertumbuhan bakteri patogen yang berperan sebagai probiotik (Mairizal *et al.*, 2018). Ilustrasi *Lactobacillus plantarum* menurut Karim *et al.* (2019) tertera pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum disebut probiotik BAL dapat meningkatkan kemampuan imunitas pada ternak (Jannah *et al.*, 2022). Selain itu juga diharapkan bisa meningkatkan performa ternak terutama pada ayam broiler. Pemberian

probiotik *Lactobacillus plantarum* dapat menurunkan konversi ransum serta peningkatan pertambahan bobot badan (Fitrianingsih *et al.*, 2023). Pemberian bakteri menguntungkan (probiotik) dalam pakan dilaporkan dapat mengoptimalkan fungsi pencernaan dan meningkatkan performa ayam broiler (Penido *et al.*, 2018).

2.4. Ubi Ungu sebagai Fitobiotik

Ubi ungu (*Ipomoea batatas*) merupakan sayuran umbi-umbian dari Amerika Tengah dan Selatan yang telah menjadi bahan makanan pokok di berbagai budaya selama berabad-abad (Adiningsih *et al.*, 2024). Ubi ungu mengandung fitokimia seperti antosianin yang memberikan ciri khas warna ungu (Pradita, 2021). Ubi ungu (*Ipomoea batatas*) merupakan sumber karbohidrat terpenting setelah padi, jagung dan singkong serta berperan penting sebagai pemasok bahan pangan, bahan baku industri dan pakan (Khairul *et al.*, 2024). Ubi mempunyai dan diolah menjadi berbagai produk yang memberikan kontribusi bagi pengembangan industri pertanian (Walneg *et al.*, 2020). Ilustrasi ubi ungu menurut Fatimatuzahro *et al.* (2019) tertera pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Ubi ungu

Ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.) adalah tanaman umbi-umbian yang memiliki potensi besar dalam penyediaan zat gizi dan sumber energi bagi manusia. Ubi ungu kaya akan karotenoid, vitamin, mineral, serat, dan senyawa fitokimia yang berkontribusi pada manfaat kesehatan yang beragam (Maharani, 2023). Kandungan gizi ubi ungu varietas antin-3 yaitu sebanyak 150,7 mg antosianin, 1,1% serat, 18,2%, pati, 0,4% gula reduksi, 0,6% protein, 0,70 mg zat besi dan 20,1 mg vitamin C (Syarfaini *et al.*, 2017). Tepung ubi ungu memiliki kandungan senyawa antosianin yang cukup tinggi, yang berpotensi sebagai antioksidan dan memberikan manfaat bagi kesehatan (Artadana *et al.*, 2016). Karena sifat antibakterinya, antosianin juga dapat mengurangi pertumbuhan bakteri yang merugikan dan meningkatkan kesehatan sistem pencernaan (Edi *et al.*, 2018). Tepung ubi jalar ungu juga mengandung bahan antinutrisi seperti inhibitor tripsin yang dapat menghambat aktivitas tripsin (Luju *et al.*, 2021).

2.5. Enkapsulasi

Enkapsulasi merupakan teknologi yang menggunakan enkapsulasi untuk membungkus zat-zat tertentu, dengan tujuan untuk meningkatkan kelarutan, polaritas, dan sifat-sifat lainnya atau meningkatkan stabilitasnya terhadap faktor eksternal seperti cahaya, panas, dan oksidasi. Zat yang dienkapsulasi disebut bahan inti, sedangkan bahan yang digunakan untuk enkapsulasi disebut bahan dinding, bahan untuk mengenkapsulasinya sebagai bahan penyalut, pelapis, fase eksternal, maupun bahan pembawa (Yan *et al.*, 2022). Teknik enkapsulasi terdiri

dari dua metode yaitu metode kimia dan metode fisik. Metode kimia terdiri dari koaservasi dan ko-kristalisasi (Gomez-Gaete *et al.*, 2024).

Tahapan enkapsulasi sebagai solusi penanganan bahan dapat memberikan beberapa keuntungan yaitu penanganan bahan aktif menjadi lebih mudah, memungkinkan imobilitas dari senyawa aktif, meningkatkan stabilitas produk, meningkatkan keamanan bahan, menciptakan tampilan yang lebih baik, properti bahan aktif yang dapat diatur (dari segi ukuran, struktur, warna) dan memungkinkan pelepasan yang terkontrol (Mishra, 2016). Beberapa bahan aktif yang memerlukan proses enkapsulasi antara lain: enzim, sel hidup, senyawa bioaktif, minyak ikan, minyak sayur, dan minyak asiri (Bakry *et al.*, 2016). Enkapsulasi enzim bertujuan untuk mengawetkan struktur dan aktivitas enzim dan mencegah degradasi enzim sehingga mempermudah pemisahan enzim pada reaksi biologis dan memungkinkan pemakaian kembali (Mazurek *et al.*, 2016).

2.6. Organ Limfoid dan Rasio Heterofil-Limfosit Ayam Broiler

Organ limfoid merupakan sistem kekebalan tubuh pada ternak termasuk unggas ayam broiler yang terdiri dari organ limfoid primer dan sekunder (Fadhilah *et al.*, 2022). Organ limfoid primer unggas terdiri dari timus, bursa fabricius dan sumsum tulang, sedangkan bagian sekunder yaitu limfa. Organ limfoid dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk menentukan apakah ayam yang dipelihara memiliki sistem kekebalan yang baik atau buruk (Aprilia *et al.*, 2018).

Bursa Fabricius merupakan organ yang berfungsi sebagai tempat penghasil dan pematangan makrofag dan sel limfosit pada unggas (Sulistiyanto *et al.*, 2019). Bursa Fabricius terletak di bagian atas kloaka yang berbentuk seperti kantong. Bursa Fabricius berfungsi sebagai tempat pematangan sel-sel sistem pembentuk antibodi sehingga bisa menghancurkan antigen yang masuk ke dalam tubuh unggas (Iriyanti dan Hartoyo, 2018). Bursa Fabricius memiliki fungsi sebagai tempat diferensiasi dan pematangan bagi sel limfosit B serta berisi makrofag dan sel plasma (Hasnita *et al.*, 2017). Bobot relatif normal bursa Fabricius ayam broiler finisher yaitu 0,07-0,11% (Aprillia *et al.*, 2018). Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap ukuran organ imun adalah umur dan cekaman panas yang menyebabkan adanya peningkatan hormon kortikosteron pada ayam broiler (Elisa, *et al.*, 2017).

Limpa merupakan organ yang berperan untuk menyaring serta tempat penyimpanan zat besi yang digunakan kembali untuk menghasilkan hemoglobin (Osseta *et al.*, 2024). Limpa merupakan organ yang berfungsi untuk mengisolasi virus sehingga, limpa yang terus-menerus terserang penyakit akan membengkak (Aprillia *et al.*, 2018). Limpa merupakan bagian dari sistem kekebalan tubuh yang memainkan peran penting dalam menyaring darah dan mendaur ulang sel darah merah yang rusak. Selain itu, limpa berfungsi dalam produksi sel darah putih yang penting untuk melawan infeksi dan menjaga sistem imun tubuh tetap aktif (Amanda, 2025). Limpa membantu memastikan bahwa sel-sel kekebalan tubuh siap melawan potensi infeksi atau peradangan yang mungkin muncul saat tubuh menyesuaikan diri dengan perubahan asupan garam (Baadilla *et al.*, 2025). Limpa

merupakan organ limfoid sekunder yang meresponsif terhadap stimulasi antigen dan mendegradasi sel darah yang sudah tua (Arfanda *et al.*, 2019). Limpa organ yang berperan dalam pembentukan sel darah putih yaitu limfosit yang ada hubungannya dengan pembentukan antibodi (Akbar *et al.*, 2022).

Timus merupakan organ yang bertanggung jawab dengan produksi dan pematangan sel-sel imun dan termasuk organ limfosit yang melindungi tubuh terhadap antigen asing (Fadilla *et al.*, 2025). Timus berkembang secara bertahap selama fase awal pertumbuhan dan cenderung stabil bila tidak ada tekanan imun atau lingkungan yang signifikan (Song *et al.*, 2021). Timus ayam secara anatomis terletak pada sisi kanan dan kiri saluran pernapasan (trakea). Besar timus dapat sangat bervariasi, ukuran relatif yang paling besar pada hewan yang baru lahir sedangkan ukuran absolutnya terbesar pada waktu pubertas. Sel T yang berada pada timus mengenali dan merespon antigen dan juga memicu sel D dalam memproduksi antibodi sebagai pertahanan tubuh (Satrian *et al.*, 2022).

Rasio heterofil-limfosit merupakan indikator stress yang mudah untuk diketahui pada saat ternak masih dalam umur awal atau bisa dikatakan dapat diketahui secara dini (Indriaini *et al.*, 2021). Stres pada ayam dapat merangsang sekresi hormon adrenokortikotropik yang menyebabkan berkurangnya peredaran limfosit dalam darah dan meningkatkan heterofil (Putri *et al.*, 2024). Heterofil memiliki ukuran 10 - 15 mikron, berbentuk bulat, bentuk sitoplasma heterofil menyerupai jarum dan pipih. Heterofil termasuk dalam fraksi leukosit yang memiliki fungsi sebagai pertahanan tubuh unggas dalam menghadapi infeksi

bakteri (Assad *et al.*, 2016). Heterofil berperan dalam barisan pertahanan pertama melawan bakteri patogen dengan cara fagosit (Rais *et al.*, 2016).

Limfosit merupakan fraksi dari leukosit yang berukuran antara 6 – 15 μm . Limfosit dalam peredaran darah terbagi menjadi dua tipe yaitu limfosit tipe T dan limfosit tipe B (Mustakim, 2025). Sel T berperan penting dalam imunitas seluler, sedangkan sel B berperan dalam menghasilkan antibody (Wibowo *et al.*, 2018). Limfosit termasuk dalam kelompok agranulosit yang bertugas dalam merespon adanya stres dan antigen dengan cara meningkatkan sirkulasi antibodi dalam pengembangan sistem imun (Purnomo *et al.*, 2015).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Januari sampai Februari 2025 di Kandang Unggas, Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Pengujian darah heterofil-limfosit dilakukan di Laboratorium Patologi Departemen Hayati Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

3.1. Materi

Ternak percobaan yang digunakan yaitu *day old chicks* broiler strain Ross *unsexed* sebanyak 200 ekor dengan bobot badan rata-rata sebesar $44,8 \pm 2,4$ g. Perlakuan diberikan pada umur 8 hari sebanyak 200 ekor dengan bobot badan rata-rata sebesar $209,05 \pm 4,19$ g. *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu sebagai *feed additive*. Maltodekstrin sebagai bahan penyalut (enkapsulasi). Ransum penelitian disusun dari campuran bahan pakan dengan susunan dan kadar nutrisi tertera pada Tabel 3. Bahan yang digunakan untuk ekstraksi dan enkapsulasi meliputi *Lactobacillus plantarum*, tepung ekstrak ubi ungu etanol 96%, maltodekstrin dan aquades. Bahan yang digunakan selama pemeliharaan meliputi sekam, ransum komersial, ransum penelitian.

Peralatan yang digunakan untuk ekstraksi dan enkapsulasi meliputi beaker glass ukuran 2 liter, batang pengaduk, corong kaca, timbang digital dengan ketelitian 1 g, evaporator dan *freeze dryer*. Peralatan yang digunakan untuk

pemeliharaan meliputi kandang utama, kandang unit percobaan, *battery*, tempat pakan, pakan minum, timbangan digital dengan ukuran 1 g dan termohigrometer.

Tabel 3. Komposisi dan Kadar Nutrien Ransum Basal

Bahan Pakan	Komposisi (%)	
	<i>Starter</i> (umur 8-21 hari)	<i>Finisher</i> (umur 22-35 hari)
Jagung Kuning	51,02	53,32
Bekatul	14,13	16,83
Bungkil kedelai	24,00	19,00
Tepung ikan	10,00	10,00
Limestone	0,30	0,30
Premix	0,25	0,25
Lisin	0,10	0,10
Metionin	0,20	0,20
Total	100,00	100,00
Kandungan Nutrien :		
Energi metabolis (kkal/kg) ²⁾	2.994,00	3.028,44
Protein kasar (%) ¹⁾	21,61	19,73
Lemak kasar (%) ¹⁾	4,33	4,60
Serat kasar (%) ¹⁾	4,43	4,75
Kalsium (%) ¹⁾	1,08	1,10
Fosfor (%) ¹⁾	0,75	0,78

Keterangan : ¹⁾ Ransum dianalisis proksimat dan mineral di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro (2025).

²⁾ Kadar energi metabolis dihitung berdasarkan rumus Bolton (1967).

3.2. Metode

3.2.1. Rancangan percobaan dan perlakuan

Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diterapkan sebagai berikut:

T0 = ransum basal tanpa enkapsulat *Lactobacillus plantarum* + ekstrak ubi ungu

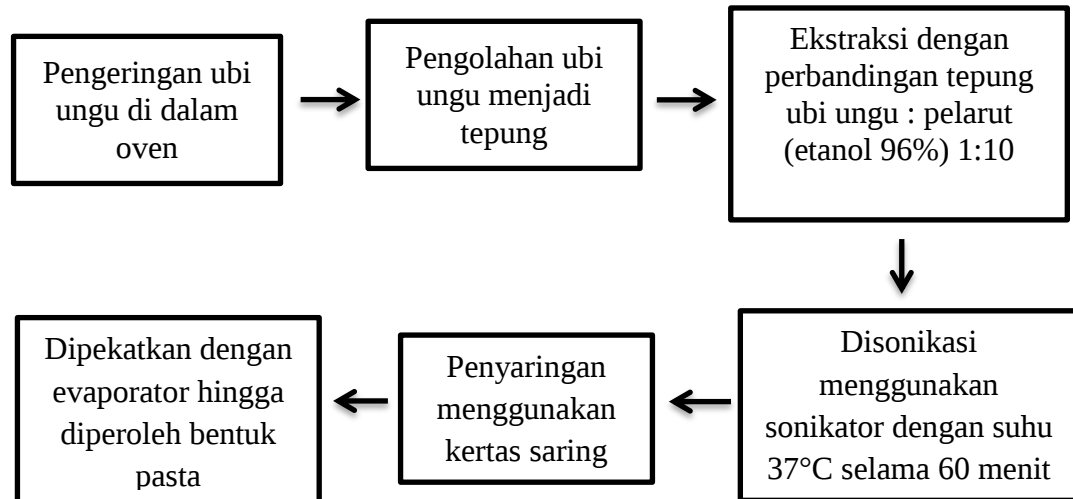
T1 = ransum basal + enkapsulat *Lactobacillus plantarum* 1,2%

T2 = ransum basal + enkapsulat ekstrak ubi ungu 0,14%,

T3 = ransum basal + enkapsulat *Lactobacillus plantarum* 1,2% + enkapsulat ekstrak ubi ungu 0,14%.

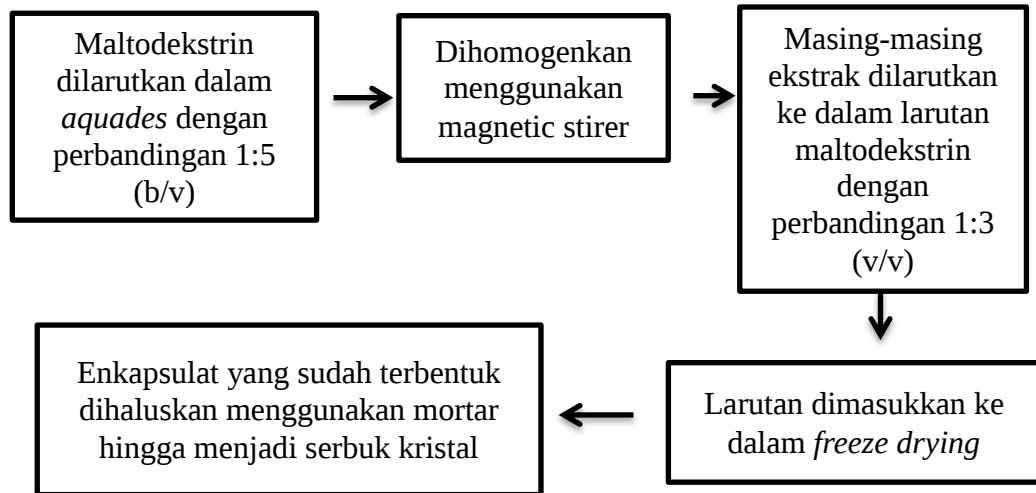
3.2.2 Pembuatan ekstrak dan enkapsulasi

Tahap persiapan yaitu pembuatan ekstrak dan enkapsulasi *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu. Proses ekstrak ubi ungu diawali dengan penyortiran, pengupasan, dan pencucian ubi ungu segar hingga bersih. Ubi kemudian dipotong tipis atau diparut, lalu direndam (dimaserasi) menggunakan pelarut air atau etanol yang sedikit diasamkan guna menarik komponen antioksidan (antosianin). Setelah didiamkan, campuran disaring untuk memisahkan ampasnya, dan cairan filtrat yang didapat kemudian diuapkan dengan *rotary evaporator* hingga menghasilkan ekstrak ubi ungu yang kental. Tahapan proses ekstraksi dimulai dari mengurangi kadar air ubi ungu menggunakan oven dengan suhu 50°C hingga kering udara kemudian diolah menjadi tepung. Prosedur ekstraksi menurut Gouda *et al.* (2021) yang dimodifikasi yaitu tepung ubi ungu dilarutkan menggunakan etanol 96% dengan perbandingan 1:10 (b/v) kemudian disonikasi menggunakan sonikator dengan suhu 37°C selama 60 menit, setelah itu disaring menggunakan kertas saring halus. Larutan yang telah disaring kemudian dievaporasi menggunakan evaporator untuk menguapkan etanol sehingga hasil ekstraknya berbentuk seperti pasta karena sudah dipisahkan dari etanol. Alur pembuatan ekstrak ubi ungu tertera pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Pembuatan Ekstrak Ubi Ungu

Tahapan enkapsulasi dimulai dari maltodekstrin dilarutkan menggunakan aquades dengan perbandingan 1:3 (b/v). Larutan maltodekstrin yang sudah homogen dicampurkan dengan ekstrak buah ubi ungu dengan perbandingan 1:3 (b/v), kemudian dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*. Susu skim dan aquades dilarutkan 1:2 (b/v), kemudian larutan susu skim dan *Lactobacillus plantarum* dicampur 2:1 (v/v). Hasil campuran larutan maltodekstrin, ekstrak ubi ungu, larutan susu skim dan *Lactobacillus plantarum* yang sudah dihomogenkan kemudian dilanjutkan ke proses *freeze drying* hingga berbentuk serbuk kristal. Alur pembuatan enkapsulasi ekstrak *Lactobacillus plantarum* dan ubi ungu tertera pada Ilustrasi 4.



Ilustrasi 4. Prosedur Enkapsulasi Ekstrak *L. plantarum* dan Ubi Ungu

3.2.3. Persiapan kandang dan pemeliharaan ayam

Persiapan kandang dimulai dengan pencucian kandang dan pencucian peralatan kandang menggunakan deterjen dan desinfektan. Pengapuran ke seluruh bagian kandang hingga merata untuk membunuh telur dan sisa bakteri yang belum mati setelah dilakukan penyemprotan desinfektan. Pemasangan alat brooder dan pesebaran sekam. Fumigasi kandang menggunakan KMnO_4 dan formalin dengan perbandingan 1:2 (b/v), kemudian diletakkan ditiga titik kandang (bagian depan, tengah, dan belakang).

Pemeliharaan ayam broiler strain *Ross unsexed* sebanyak 200 ekor selama 35 hari. *Day old chicks* ditimbang secara sampling dan diberikan ransum komersial tanpa perlakuan dari umur 1-7 hari. Ayam umur 7 hari mulai disebar secara acak menjadi 20 flock sesuai perlakuan dan diberi ransum perlakuan hingga umur 35 hari. Perlakuan diberikan setiap pagi berdasarkan konsumsi

ransum. Air minum diberikan secara *ad libitum*. Kegiatan pemeliharaan lainnya meliputi vaksin, penimbangan bobot badan setiap minggu, pengukuran suhu dan kelembaban, pergantian sekam, dan sanitasi lingkungan kandang.

3.2.4. Pengambilan data

Tahap pengambilan data yang diukur meliputi bobot organ limfoid, rasio HL dan bobot badan akhir. Pengambilan data bobot organ limfoid dilakukan dengan memisahkan organ limfoid seperti bursa fabrisius, timus dan limpa. Perhitungan bobot relatif organ limfoid menurut Arfanda *et al.* (2019) sebagai berikut:

$$\text{Bobot relatif organ limfoid (\%)} = \frac{\text{bobot organ limfoid}}{\text{bobot hidup}} \times 100\%$$

Rasio heterofil-limfosit dihitung dengan menggunakan rumus menurut Putri *et al.* (2024) sebagai berikut :

$$\text{Rasio heterofil-limfosit} = \frac{\text{Heterofil}}{\text{Limfosit}}$$

Bobot badan akhir merupakan bobot badan ternak ayam yang ditimbang pada umur 35 hari.

3.2.5 Analisis Statistik

Data diolah menggunakan *analysis of variance* pada taraf signifikansi 5%, jika berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata Duncan pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan (Gasperz, 2006). Model linier matematis perlakuan sebagai berikut :

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

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai pengamatan dari penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu perlakuan ke-i, ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum (rata-rata populasi)

τ_i = Pengaruh aditif dari perlakuan ke-i

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan akibat perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
i (1,2,3,4) dan j (1,2,3,4,5)

Hipotesis statistik

$H_0 = \tau_i = 0$; tidak ada pengaruh penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu terhadap rasio heterofil limfosit, bobot relatif organ limfoid dan bobot badan akhir ayam broiler

$H_1 = \tau_i \neq 0$; ada pengaruh penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu terhadap rasio heterofil limfosit, bobot relatif organ limfoid dan bobot badan akhir ayam broiler.

Kriteria pengambilan keputusan sebagai berikut:

1. $F_{hitung} \leq F_{tabel\ 5\%}$: H_0 diterima, H_1 ditolak tidak ada pengaruh penambahan enkapsulat ekstrak *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu terhadap rasio heterofil limfosit, bobot relatif organ limfoid dan bobot badan akhir ayam broiler.
2. $F_{hitung} > F_{tabel\ 5\%}$: H_0 ditolak, H_1 diterima ada pengaruh penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu terhadap rasio heterofil limfosit, bobot relatif organ limfoid dan bobot badan akhir ayam broiler.