

**PENAMBAHAN ENKAPSULAT *Lactobacillus plantarum* DAN EKSTRAK
UBI UNGU PADA RANSUM TERHADAP RETENSI KALSIUM, MASSA
KALSIUM TULANG DAN UKURAN TULANG BROILER**

SKRIPSI

Oleh:

BUANA HAMONANGAN SINAGA



**PROGRAM STUDI S-1 PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

PENAMBAHAN ENKAPSULAT *Lactobacillus plantarum* DAN EKSTRAK
UBI UNGU PADA RANSUM TERHADAP RETENSI KALSIUM, MASSA
KALSIUM TULANG DAN UKURAN TULANG BROILER

Oleh

BUANA HAMONANGAN SINAGA
NIM : 23010121140211

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
SEMARANG
2026

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Buana Hamonangan Sinaga
NIM : 23010121140211
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 Retensi Kalsium, Massa Kalsium Tulang dan Ukuran Tulang 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 Dr. Ir. Mulyono, M.Si.**

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,



Buana Hamonangan Sinaga

Mengetahui:

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Mulyono, M.Si.

Judul Skripsi : PENAMBAHAN ENKAPSULAT
Lactobacillus plantarum DAN EKSTRAK
 UBI UNGU PADA RANSUM TERHADAP
 RETENSI KALSIMUM, MASSA KALSIMUM
 TULANG DAN UKURAN TULANG
 BROILER

Nama Mahasiswa : BUANA HAMONANGAN SINAGA

Nomor Induk Mahasiswa : 23010121140211

Program Studi/Departemen : S-1 PETERNAKAN / PETERNAKAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
 dan dinyatakan lulus pada tanggal **05 JUN. 2026**.

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Anggota



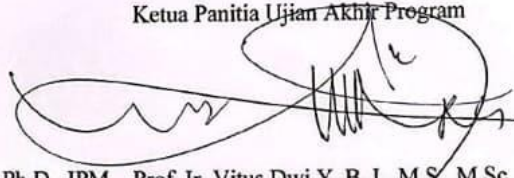
Dr. Ir. Mulyono, M.Si.

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.



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

Ketua Departemen



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

RINGKASAN

BUANA HAMONANGAN SINAGA. 23010121140211. 2026. Penambahan Enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan Ekstrak Ubi Ungu pada Ransum terhadap Retensi Kalsium, Massa Kalsium Tulang dan Ukuran Tulang Broiler. (Pembimbing: **LILIK KRISMIYANTO** dan **MULYONO**)

Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* (ELP) dan enkapsulat ekstrak ubi ungu (EEUU) pada ransum terhadap retensi kalsium (Ca), massa Ca tulang serta panjang dan bobot relatif femur dan tibia ayam broiler. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Januari sampai Februari 2025 di Kandang Unggas C, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

Ternak yang digunakan adalah *day old chicks* 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. Enkapsulasi *Lactobacillus plantarum* sebagai probiotik dan ekstrak ubi ungu sebagai fitobiotik. Ransum penelitian disusun berdasarkan energi metabolis sebesar 2.994,00 kkal/kg dan protein kasar 21,61% untuk fase *starter* dan energi metabolis 3.028,44 kkal/kg dan protein kasar 19,73 untuk fase *finisher*. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan, setiap unit percobaan terdiri dari 10 ekor. Perlakuan yang diberikan meliputi T0 (ransum basal tanpa ELP atau EEUU), T1 (ransum basal + 0,12% ELP), T2 (ransum basal + 0,14% EEUU), T3 (ransum basal + 0,12% ELP + 0,14% EEUU). Parameter yang diukur meliputi retensi Ca, massa Ca tulang serta panjang dan bobot relatif femur serta tibia. Data dianalisis ragam pada taraf signifikansi 5%, apabila berpengaruh nyata dilanjutkan uji beda nyata Duncan pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ELP dan EEUU pada ransum berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap retensi Ca, massa Ca tulang, dan bobot tibia, tetapi perlakuan tidak berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap panjang dan bobot relatif femur serta panjang relatif tibia. Retensi Ca pada T3 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0, T1 dan T2. Massa Ca tulang pada T3 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan T1 dan T2, tetapi nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0. Bobot tibia pada T2 dan T3 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan T1, tetapi nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T0.

Simpulan penelitian adalah penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* 0,12% dan enkapsulat ekstrak ubi ungu 0,14% pada ransum dapat meningkatkan retensi Ca, massa Ca tulang dan bobot relatif tulang tibia, meskipun panjang dan bobot relatif tulang femur serta panjang tibia sama.

KATA PENGANTAR

Ayam broiler merupakan ternak yang dapat menghasilkan daging yang cukup cepat, sehingga pertumbuhan tersebut dibantu dengan adanya kebutuhan nutrisi dalam meningkatkan kualitas pertumbuhan daging maupun tulang pada ayam broiler. Salah satu alternatif dengan menambahkan campuran bahan ke dalam ransum yaitu *Lactobacillus plantarum* yang dienkapsulasi serta antioksidan alami dari ubi ungu. Penambahan kedua bahan ini dalam ransum diharapkan dapat bersinergi terhadap efisiensi penyerapan kalsium dan peningkatan kualitas tulang ayam broiler.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penambahan Enkapsulat *Lactobacillus Plantarum* dan Ekstrak Ubi Ungu pada Ransum terhadap Retensi Kalsium, Massa Kalsium Tulang dan Ukuran Tulang Broiler” sebagai tugas akhir untuk mendapatkan gelar sarjana peternakan. Selama penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan dan kerjasama dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih dengan penuh rasa hormat kepada:

1. Lilik Krismiyanto, S.Pt., M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Ir. Mulyono, M.Si. selaku dosen pembimbing anggota yang telah membantu dan mencurahkan cinta dan kasih sayang dalam penyusunan skripsi.
2. Prof Sugiharto S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku pimpinan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro. Dr. Ir. Sri Sumarsih, S.Pt., M.P., IPM. selaku Ketua Departemen Peternakan. Ir. Rudy Hartanto, S.Pt., M.P., Ph.D., IPM.

selaku Ketua Program Studi S1 Peternakan dan Ir. Daud Samsudewa, S.Pt., M.Si., Ph.D., IPM. selaku Sekretaris Prodi S1 Peternakan yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.

3. Ir. Surono, M.P. selaku koordinator Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan yang telah memberikan izin dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
4. Dr. Vita Restitrisnani, S.Pt., M.Si. selaku Dosen Wali penulis yang telah menuntun dan melindungi selama berkuliah di Fakultas Peternakan dan Pertanian sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Orang tua penulis Bapak Sabam Sinaga, S.E dan Ibu Maria E. Sumbayak serta adik Surya Lambok Sinaga yang telah memberikan dukungan materi dan moral dan membantu penulis dalam menyusun laporan skripsi sehingga dapat terselesaikan.
6. Tim penelitian penulis (Arini, Dhadang, Adhatio, Farid, Dicky, Pidari, Putri) atas kerjasama dan bantuannya selama penelitian sampai penulisan skripsi.
7. Teman-teman peternakan penulis (Isa, Reyhan, Ibrahim, Jaguar, Rio, Miftah, Irsyad, Dika, Alif) serta teman lainnya yang tidak bisa disebut yang telah membantu dan memberikan dukungan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Besar harapan penulis bahwa skripsi ini dapat memberikan manfaat.

Semarang, Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR ILUSTRASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Ayam Broiler	4
2.2. Ransum dan Standar Nutrien	5
2.3. <i>Lactobacillus plantarum</i> sebagai Probiotik	7
2.4. Ubi Ungu sebagai Fitobiotik	8
2.5. Retensi Ca, Massa Ca Tulang, Ukuran Femur dan Tibia	9
BAB III. MATERI DAN METODE	12
3.1. Materi	12
3.2. Metode	13
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Retensi Ca pada Ayam Broiler	20
4.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Massa Ca Tulang Ayam Broiler	23
4.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Panjang dan Bobot Relatif Tulang Femur	25
4.4. Pengaruh Perlakuan terhadap Panjang dan Bobot Relatif Tulang Tibia	27
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1. Simpulan	31

5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	64

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Standar Performa Ayam Broiler	5
2. Standar Nutrien untuk Ayam Broiler	5
3. Komposisi dan Kadar Nutrien Ransum Basal	13
4. Retensi Ca Ayam Broiler	20
5. Massa Ca Tulang Ayam Broiler	23
6. Panjang dan Bobot Relatif Femur Ayam Broiler	26
7. Panjang dan Bobot Tibia Ayam Broiler	27

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. <i>Lactobacillus plantarum</i>	8
2. Ubi Ungu	9
3. Tulang Femur dan Tibia Ayam Broiler	11
4. Pembuatan Ekstrak Ubi Ungu	14
5. Proses Enkapsulasi <i>Lactobacillus plantarum</i> dan Ekstrak Ubi Ungu	15

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Perhitungan Retensi Ca pada Ayam Broiler	38
2. Analisis Statistik Retensi Ca pada Ayam Broiler	41
3. Perhitungan Massa Ca Tulang pada Ayam Broiler	45
4. Analisis Statistik Massa Ca Tulang Ayam Broiler	46
5. Analisis Statistik Panjang Relatif Femur Ayam Broiler.....	50
6. Analisis Statistik Bobot Relatif Femur Ayam Broiler	53
7. Analisis Statistik Panjang Relatif Tibia Ayam Broiler	56
8. Analisis Statistik Bobot Relatif Tibia Ayam Broiler	59
9. Data Pendukung Penelitian	63

BAB I

PENDAHULUAN

Ayam broiler merupakan hasil persilangan dari berbagai jenis ayam unggul yang dikenal memiliki tingkat produktivitas yang tinggi, khususnya dalam hal produksi daging. Secara genetik, ayam broiler dikembangkan sebagai penghasil daging dengan laju pertumbuhan yang cepat, sehingga banyak diminati oleh masyarakat di Indonesia (Panjaitan *et al.*, 2016). Kelemahan ayam broiler yaitu daya tahan tubuhnya rendah, sehingga mudah terserang penyakit dan mudah stres akibat perubahan lingkungan (Muzaki *et al.*, 2017). Kondisi dari kelemahan tersebut dapat berpengaruh dalam pertumbuhan tulang, khususnya tulang bagian femur dan tibia. Tulang femur dan tibia sebagai penopang tubuh memerlukan kalsium (Ca). Dalam memenuhi kebutuhan Ca di dalam tulang, diperlukannya alternatif *feed additive* pada ransum ayam. *Feed additive* yang digunakan pada penelitian ini yaitu enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan enkapsulat ekstrak ubi ungu.

Lactobacillus plantarum adalah genus *Lactobacillus* yang sifatnya ramah lingkungan karena bersifat non patogen. Pemberian bakteri *Lactobacillus plantarum* dapat menurunkan konversi ransum serta meningkatkan pertambahan bobot badan (Song *et al.*, 2022). Keunggulan *Lactobacillus plantarum* untuk ayam broiler dapat meningkatkan daya cerna nutrien, kemudian mampu menempel dengan baik pada sel epitel saluran pencernaan dan mampu melekat pada senyawa hidrokarbon kuat. *Lactobacillus plantarum* akan dikombinasikan dengan ubi ungu.

Ubi ungu merupakan varian dari tanaman ubi jalar yang berfungsi sebagai fitobiotik. Ubi yang berwarna ungu memiliki kandungan antosianin yaitu pigmen alami yang berfungsi sebagai antioksidan yang diharapkan meningkatkan kesehatan tubuh ayam broiler. Kadar antosianin pada ubi ungu sebesar 110,51 mg/100 g (Daniela, 2016). *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu dapat dimanfaatkan secara maksimal di dalam saluran pencernaan dengan dilakukannya melalui proses enkapsulasi.

Enkapsulasi merupakan suatu proses pembungkusan suatu bahan inti seperti zat bioaktif atau bakteri probiotik menggunakan bahan enkapsulasi tertentu yang bermanfaat untuk mempertahankan kandungan inti dan melindungi dari kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti panas, bahan kimia, asam lambung dan garam empedu (Nabila, 2018). Proses enkapsulasi biasanya menggunakan material pelindung dari karbohidrat yaitu maltodekstrin. Maltodekstrin merupakan produk hidrolisis pati yang merupakan campuran dari glukosa, maltosa, oligosakarida dan dekstrin. Maltodekstrin memiliki keunggulan dispersi cepat, kelarutan tinggi, viskositas rendah, daya ikat kuat dan stabil pada emulsi minyak dan air (Sunarti, 2015). Metode enkapsulasi menggunakan teknik pengeringan beku yaitu *freeze drying*. Keunggulan *freeze drying* dibandingkan teknik lain seperti *spray drying* yaitu efektivitas produksi terhadap material tinggi terutama enkapsulan yang dihasilkan berkualitas tinggi dengan ukuran partikel $<0,2 \mu\text{m}$ (Siregar, 2024).

Penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan enkapsulat ekstrak ubi ungu dapat bersinergis dalam meningkatkan kesehatan dan penyerapan nutrisi.

Enkapsulat dapat bertahan ketika melalui pH yang rendah (proventrikulus 2-4 dan ventrikulus 4-5). Kemudian, enkapsulat masuk di dalam usus halus dihidrolisis oleh enzim karbohidrat (amilase/maltase), sehingga *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu dapat bekerja sesuai fungsinya. Kombinasi ini dapat memberikan kesehatan saluran pencernaan dan tubuh. Keberadaan BAL yang tinggi dapat mengubah pH lingkungan rendah (asam) (Giyatno, 2020). Kondisi asam dapat meningkatkan aktivitas enzim protease, sehingga pencernaan dan penyerapan protein lebih maksimal. Selain penyerapan protein, Ca diserap bersama protein melalui ikatan *calcium binding protein* (CaBP) (Saputro *et al.*, 2019). Penyerapan Ca kemudian dideposisikan ke target yaitu daging dan tulang. Proses mineralisasi Ca yang tinggi dapat memperkuat tulang, khususnya femur dan tibia pada ayam broiler.

Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan enkapsulat ekstrak ubi ungu pada ransum terhadap retensi kalsium, massa kalsium tulang, ukuran tulang femur dan tibia ayam broiler. Manfaat penelitian yaitu untuk memperoleh informasi secara ilmiah tentang penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan enkapsulat ekstrak ubi ungu pada ransum terhadap deposisi kalsium, ukuran tulang femur dan tibia ayam broiler. Hipotesis penelitian adalah penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan enkapsulat ekstrak ubi ungu pada ransum diduga mampu meningkatkan retensi kalsium, massa kalsium tulang, ukuran tulang femur dan tibia pada ayam broiler.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ayam Broiler

Ayam broiler merupakan jenis ternak unggas yang dipelihara untuk dimanfaatkan produksinya yaitu penghasil daging. Jenis ayam ras ini mempunyai pertumbuhan yang cepat sehingga dalam waktu 4-5 minggu sudah dapat dipanen (Nuryanti, 2019). Ayam broiler merupakan galur ayam transgenik hasil rekayasa bioteknologi dengan karakteristik ekonomis serta memiliki pertumbuhan cepat sebagai penghasil daging dengan masa panen yang pendek (Funan *et al.*, 2020). Ayam broiler sebagai komoditi unggas yang memberikan kontribusi besar dalam memenuhi kebutuhan protein asal hewani dan memiliki keunggulan responsif terhadap lingkungan (Fanani *et al.*, 2016).

Strain ayam broiler yang digunakan pada peternakan di Indonesia terdapat dua strain yang digunakan yaitu strain *Cobb* dan *Ross* (Susanto, 2023). Strain *Ross* merupakan strain ayam broiler yang memiliki kemampuan pertumbuhan yang cepat, daya hidup yang tinggi dan efisiensi konversi ransum yang sangat baik (Atmomarsono, 2016). Karakteristik yang dimiliki pada strain *Ross* yaitu kerja jantung yang kuat, dapat membuat ayam dapat tahan pada kondisi lingkungan dengan tingkat kebisingan yang tinggi. Konversi ransum adalah rasio antara konsumsi ransum dan bobot akhir ayam broiler (Sunarti, 2015). Standar performa ayam broiler tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Performa Ayam Broiler

Umur ..(minggu)..	Konsumsi Ransum ------(g)-----	Bobot Badan	Konversi Ransum
1	166	213	0,78
2	535	533	1,01
3	1.155	1.012	1,14
4	2.051	1.616	1,27
5	3.211	2.296	1,40

Sumber: Ross Management Guide (2022).

2.2. Ransum dan Standar Nutrien Ayam Broiler

Ransum merupakan campuran bahan pakan yang diberikan kepada ternak untuk memenuhi kebutuhan nutrien ayam broiler dalam waktu 24 jam (Praptiwi *et al.*, 2021). Ransum yang diberikan pada ayam broiler harus berkualitas, mengandung nutrien yang dibutuhkan meliputi protein, energi, serat kasar, Ca dan fosfor (Mega *et al.*, 2021). Standar nutrien untuk ayam broiler tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Nutrien untuk Ayam Broiler

Nutrien	<i>Starter</i> (8-21 hari)	<i>Finisher</i> (22-panen)
Energi Metabolis (kkal/kg)*	3.050	3.100
Protein Kasar (%)*	21,50	19,50
Serat Kasar (%)**	3,00 – 5,00	3,00 – 6,00
Lemak Kasar (%)**	4,00	3,00 – 4,00
Kalsium (%)*	0,75	0,65
Fosfor (%)*	0,42	0,36

Sumber : *Ross Broiler Management Guide (2022)

**Badan Standarisasi Nasional (2015)

Energi metabolis sangat berperan penting pada ternak untuk pertumbuhan dan efisiensi ransum (Emily, 2017). Energi digunakan untuk menunjang aktivitas fungsi dari pertumbuhan otot, pemeliharaan jaringan dan aktivitas fisik. Energi yang dapat dimetabolisme ternak dipengaruhi oleh pencernaan ransum ternak

tersebut (Sunarti, 2015). Energi yang rendah berdampak ayam kekurangan energi, sehingga ayam akan mengkonsumsi ransum untuk memenuhi kebutuhan energinya, begitu sebaliknya (Siabandi *et al.*, 2018).

Protein adalah unsur nutrien yang penting dalam perhitungan kebutuhan dan formulasi ransum broiler, yang secara jelas perlu diperhitungkan keseimbangan energi-protein dalam penyusunannya (Irma *et al.*, 2022). Protein dibutuhkan untuk tumbuh dan berkembang, sehingga dapat dikatakan sebagai nutrien vital dalam tubuh hewan (Akbar, 2016). Fungsi lain protein yaitu pertumbuhan bulu dan jaringan, regenerasi jaringan rusak dan guna mendukung produksi sangat diperlukan adanya protein (Azizah *et al.*, 2020).

Serat kasar merupakan komponen penting dalam ransum unggas karena berfungsi merangsang gerak peristaltik saluran pencernaan, sehingga proses pencernaan nutrien berjalan dengan baik (Nurdiyanto *et al.*, 2015). Kekurangan serat kasar yang diberikan pada unggas akan menyebabkan gangguan pencernaan, tetapi jumlah serat kasar berlebihan dapat menurunkan pencernaan nutrien (Suryani *et al.*, 2017).

Kalsium dan fosfor berfungsi untuk pembentukan tulang, keseimbangan asam-basa, metabolisme karbohidrat, lemak dan protein (Irma *et al.*, 2022). Kebutuhan ayam periode *starter* untuk Ca antara 0,9 – 1% dan *finisher* antara 0,6 – 1%, sedangkan kebutuhan fosfor berkisar antara 0,2 – 0,45% (Hidayat *et al.*, 2016). Imbangan Ca dan P sangat penting dalam penyerapan nutrien pada ayam broiler dengan perbandingan 2:1 (Setiawati *et al.*, 2016). Selain kebutuhan mineral penting dalam pemenuhan kebutuhan nutrien, vitamin juga dibutuhkan dalam pertumbuhan

ayam broiler (Suryani *et al*, 2017). Vitamin merupakan senyawa organik yang dapat disintesis jaringan tubuh dan dibutuhkan dalam jumlah kecil dalam ransum, tetapi dibutuhkan dalam proses metabolisme untuk melangsungkan pertumbuhan dan memelihara kesehatan ternak (Ahmadu *et al.*, 2016).

2.3. *Lactobacillus plantarum* sebagai Probiotik

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). *Lactobacillus plantarum* mempunyai lingkungan hidup yang berbeda dan antagonis terhadap berbagai jenis bakteri patogen seperti *Salmonella* dan *Escherichia coli*, sehingga *Lactobacillus plantarum* dapat memenuhi persyaratan sebagai probiotik, karena menghambat bakteri patogen, tahan pada pH rendah antara 2-3, tahan pada kadar empedu 0,5% dan tumbuh pada suhu 15°C (Divyashree *et al.*, 2021). Gambar *Lactobacillus plantarum* menurut Aurora *et al.*, (2020) tertera pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. *Lactobacillus plantarum*

Hasil penelitian Rosyada *et al.*, (2015) bahwa penambahan *Lactobacillus plantarum* mampu menurunkan kadar asam fitat yang dihasilkan oleh BAL dan yang mengikat mineral. *Lactobacillus plantarum* mampu merangsang pertumbuhan vili usus di area duodenum dan jejunum. Penambahan *Lactobacillus plantarum* sebanyak 3 ml/100 g pada ransum secara nyata dapat meningkatkan pencernaan protein dan bobot daging ayam broiler (Sari *et al.*, 2019).

2.4. Ubi Ungu sebagai Fitobiotik

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 ternak (Kusumayanti *et al.*, 2016). Sebagai salah satu sumber karbohidrat, ubi mempunyai potensi sebagai pengganti komponen utama pangan, oleh karena itu bila diwujudkan mempunyai peranan penting dalam diversifikasi pangan dan diolah menjadi berbagai produk yang dapat

memberikan kontribusi bagi pengembangan industri pertanian dalam diversifikasi pangan (Ginting *et al.*, 2011). Ubi ungu kaya akan karotenoid, vitamin, mineral, serat, dan senyawa fitokimia yang berkontribusi pada manfaat kesehatan yang beragam. Gambar ubi ungu menurut Lidyana, (2019) tertera pada Ilustrasi 2.



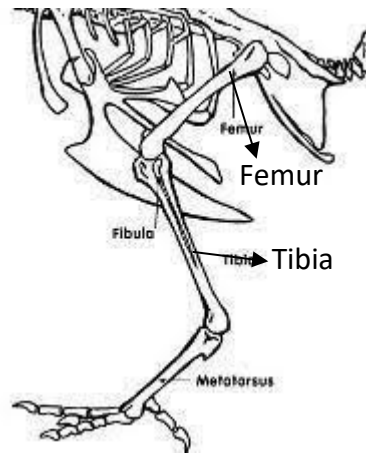
Ilustrasi 2. Ubi Ungu

Hasil penelitian Fanani *et al.* (2016) bahwa penambahan penggunaan ubi ungu pada taraf 2 dan 3% nyata ($p < 0,05$) lebih berat dibandingkan dengan taraf 0%, hal ini dikarenakan kadar antosianin pada ubi ungu dapat meningkatkan kesehatan tubuh dan pertumbuhan tulang ayam broiler. Kandungan nutrisi ubi ungu meliputi 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 (Susanto, 2023). Pakan dengan kandungan Ca 0,50% dan P 0,050% akan memberikan bobot badan yang optimal.

2.5. Retensi Ca, Massa Ca Tulang, Ukuran Femur dan Tibia

Retensi Ca adalah kemampuan tubuh untuk menyerap dan mempertahankan Ca dari ransum, retensi Ca erat hubungannya dengan konsumsi Ca, jika konsumsi Ca meningkat maka retensi Ca meningkat pula dan sebaliknya (Mangisah *et al.*, 2022). Retensi Ca diperoleh dari hasil pengurangan konsumsi Ca dengan jumlah Ca ekskreta, semakin tinggi retensi Ca berarti semakin tinggi Ca yang diserap (Aurora *et al.*, 2020).

Massa Ca pada tulang sangat berhubungan dengan jumlah Ca yang diretensi, bobot tulang dan metabolisme Ca dalam pembentukan tulang. Massa Ca tulang meningkat seiring dengan retensi Ca (Adnan *et al.*, 2016). Kebutuhan Ca pada periode pertumbuhan menentukan besarnya massa Ca tulang yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap meningkatnya berat tulang dan kualitas tulang (Pesik *et al.*, 2016). Nilai massa Ca tulang seiring dengan nilai retensi Ca, yang diimbangi dengan peningkatan deposisi Ca dalam tulang (Aurora *et al.*, 2020). Femur atau paha atas merupakan karkas yang menghasilkan daging terbanyak kedua setelah dada sedangkan tibia atau paha bawah merupakan potongan karkas yang tersusun atas perdagingan dan pertulangan serta merupakan alat gerak (Funan *et al.*, 2020). Gambar tulang menurut Wardhana (2017) tertera pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Tulang Femur dan Tibia Ayam Broiler

Sel tulang pembentuk kolagen yakni CaBP berfungsi sebagai sarana pembawa Ca untuk dideposisikan dalam tulang, protein berperan dalam menunjang proses pembentukan tulang terutama pada tulang tibia dan femur (Wardhana, 2017). Proses CaBP yang tinggi dapat diasumsikan bahwa asupan Ca yang lebih tinggi dapat dideposisikan ke femur dan tibia, CaBP mengikat Ca dan memindahkannya dari lumen usus ke dalam sirkulasi darah. Deposisi Ca diangkut melalui darah menuju lokasi pembentukan tulang femur dan tibia dalam mineralisasi yang efisien dapat meningkatkan kepadatan, bobot, dan kekuatan tulang femur dan tibia (Setiawati, 2016).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Januari sampai Februari 2025 di kandang C, Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Ransum dianalisis proksimat dan mineral di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

3.1. Materi

Ternak percobaan yang digunakan adalah *day old chicks* (DOC) ayam broiler strain *Ross unsexed* sebanyak 200 ekor dengan bobot badan rata-rata $44,8 \pm 2,4$ g. Ayam diberikan perlakuan pada umur 8 hari dengan bobot badan rata-rata $209,05 \pm 4,19$ g. Bahan aditif yang digunakan meliputi *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu sebagai perlakuan. 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, timbangan digital dengan ketelitian 1 g, evaporator dan *freeze dryer*. Peralatan yang digunakan untuk

pemeliharaan meliputi kandang utama, kandang unit percobaan, *battery*, tempat ransum, tempat 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⁾	4,33	4,75
Kalsium (%) ¹⁾	1,08	1,10
Fosfor (%) ¹⁾	0,75	0,78

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

²⁾Kadar EM Dihitung Berdasarkan Rumus Bolton (1967).

3.2. Metode

3.2.1. Rancangan Percobaan

Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan, masing-masing unit percobaan diisi 10 ekor. Perlakuan yang diterapkan sebagai berikut:

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

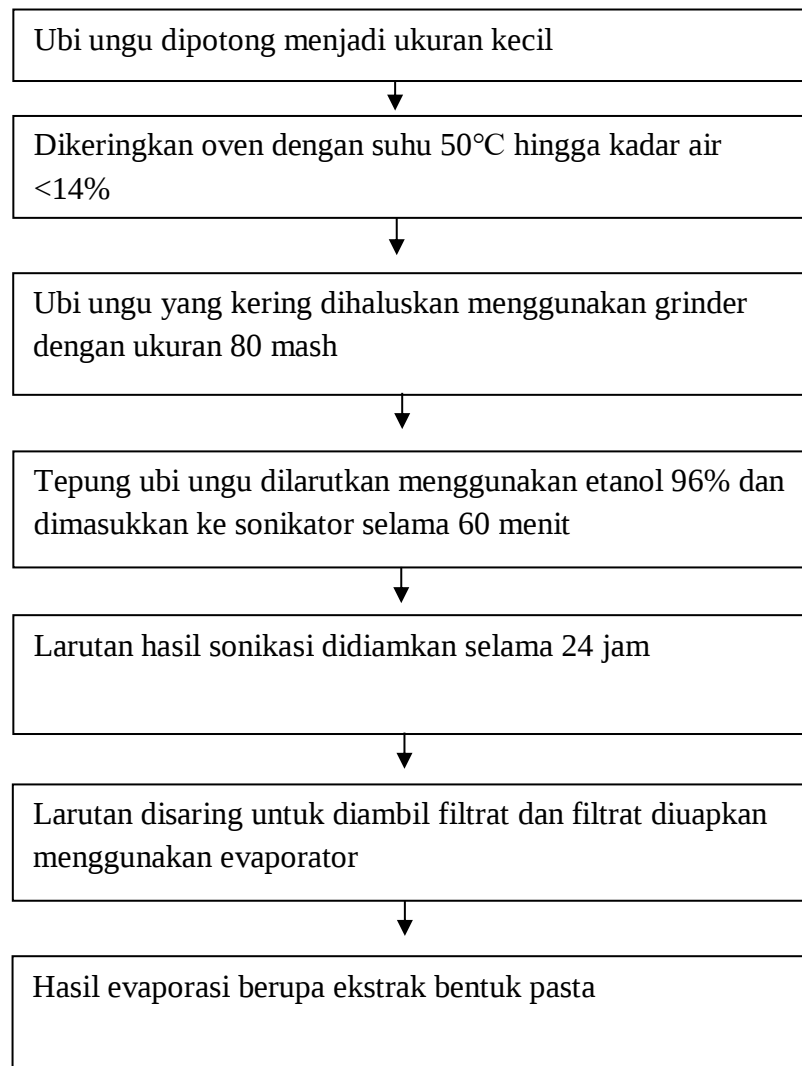
T1 = ransum basal + enkapsulat *Lactobacillus plantarum* 1,2%

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

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

3.2.2. Pembuatan ekstrak ubi ungu dan *Lactobacillus plantarum*

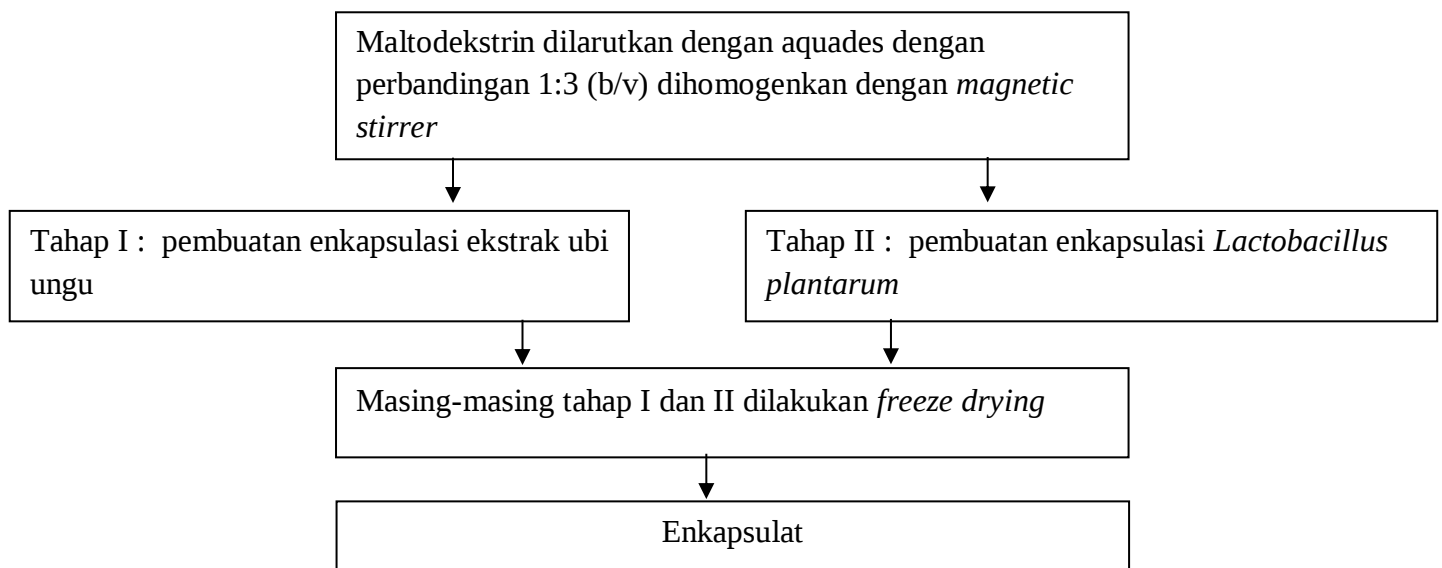
Tahap persiapan yaitu pembuatan ekstrak dan enkapsulasi dimulai dari penghilangan kadar air ubi ungu menggunakan oven dengan suhu 50°C hingga kering (kadar air <14%), kemudian diolah menjadi tepung. Prosedur ekstraksi menurut Guoda *et al.* (2021) yang dimodifikasi yaitu tepung ubi ungu dilarutkan menggunakan etanol 96% dengan perbandingan 1:10 (b/v), kemudian diekstrak menggunakan sonikator dengan suhu 37°C selama 60 menit, setelah itu larutan didiamkan selama 24 jam. Larutan disaring menggunakan kertas saring halus, kemudian diuapkan menggunakan evaporator untuk menguapkan etanol sehingga hasil ekstraknya berbentuk seperti pasta. Ilustrasi pembuatan ekstrak ubi ungu tertera pada Ilustrasi 4.



Ilustrasi 4. Pembuatan Ekstrak Ubi Ungu

Tahapan enkapsulasi menurut Agusetyaningsih *et al.* (2022) yang dimodifikasi, dimulai dari maltodekstrin dilarutkan menggunakan aquades dengan perbandingan 1:3 (b/v). Tahap pertama pembuatan enkapsulasi ekstrak ubi ungu yaitu larutan maltodekstrin dicampurkan dengan ekstrak buah ubi ungu dengan perbandingan 1:3 (v/v), kemudian dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*. Tahap kedua pembuatan enkapsulasi *Lactobacillus plantarum* dengan membuat larutan susu skim pada perbandingan susu skim dan aquades dilarutkan 1:2 (b/v),

kemudian larutan susu skim dan *Lactobacillus plantarum* dicampur 2:1 (v/v). Larutan enkapsulasi ekstrak ubi ungu dan *Lactobacillus plantarum* masing-masing dilanjutkan ke proses *freeze drying* hingga berbentuk serbuk kristal. Pembuatan enkapsulasi *Lactobacillus plantarum* dan ubi ungu tertera pada Ilustrasi 5.



Ilustrasi 5. Proses Enkapsulasi *Lactobacillus plantarum* dan Ekstrak Ubi Ungu

3.2.3. Pemeliharaan ayam broiler

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 umur 8 hari diberi ransum perlakuan hingga umur 35 hari. Perlakuan diberikan setiap pagi berdasarkan konsumsi ransum. Air minum diberikan secara *ad libitum*. Kegiatan pemeliharaan lainnya meliputi pemberian vaksin, penimbangan bobot badan setiap minggu, pengukuran suhu dan kelembaban, penggantian sekam, dan sanitasi lingkungan kandang.

3.2.4. Pengambilan data

Data yang diambil meliputi retensi Ca, massa Ca tulang, panjang dan bobot tulang femur dan tibia. Kadar retensi Ca diukur menggunakan metode indikator dari hari ke-32 hingga hari ke-35. Total koleksi ekskreta hari pertama dan ketiga, ayam broiler diberi ransum yang telah dicampur dengan indikator Fe_2O_3 sebanyak 0,5%. Ekskreta pertama yang keluar dicatat dan ditampung serta disemprot dengan HCl setiap 2 jam sekali. Ekskreta yang tertampung kemudian ditimbang sebagai berat basah. Ekskreta dikeringkan di bawah sinar matahari dan ditimbang kembali untuk mendapatkan berat kering udara. Total koleksi ekskreta pada hari kedua dan keempat ayam diberikan ransum tanpa indikator. Metode penampungan ekskreta sama halnya pada hari pertama dan ketiga. Ekskreta yang kering kemudian diblender untuk dihaluskan. Pengukuran retensi Ca dilakukan dengan metode perhitungan dengan rumus menurut Scholz-Azherns *et al.* (2007) sebagai berikut :

$$\text{Retensi Ca (\%)} = \frac{(\text{Konsumsi ransum} \times \text{kadar Ca ransum}) - (\text{jumlah ekskreta} \times \text{kadar Ca ekskreta})}{\text{Konsumsi ransum} \times \text{kadar Ca ransum}}$$

Pengambilan data panjang dan bobot tulang tibia dilakukan dengan penyembelihan ayam umur 35 hari untuk memperoleh sampel tulang. Kemudian diambil bagian tulang tibia kanan dan kiri pada masing-masing perlakuan ayam, kemudian diukur tulang tibia menggunakan pita ukur dan bobot tulang diukur dengan timbangan bobot ukur. Massa Ca tulang didapat dengan mengeringkan tulang femur dan tibia dengan cara di oven pada suhu 105°C selama 6 jam, kemudian tulang dihaluskan menjadi serbuk untuk selanjutnya dilakukan uji

laboratorium untuk mendapatkan kadar Ca. Massa Ca tulang diukur menggunakan rumus menurut Syafitri *et al.* (2015) sebagai berikut:

Massa Ca tulang (g) = kadar Ca tulang (%) x bobot tulang (g)

3.2.5. Analisis statistik

Analisis data menggunakan *analysis of variance* taraf signifikansi 5%, jika berpengaruh nyata dilanjutkan uji Duncan pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan (Gaspersz, 2006).

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

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai pengamatan dari pemberian 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 (0,1,2,3) 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 retensi Ca, massa Ca tulang, panjang dan bobot femur serta tibia tulang ayam broiler

$H_1 = \tau_i \neq 0$; ada pengaruh penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu terhadap retensi Ca, massa Ca tulang, panjang dan bobot femur serta tibia tulang ayam broiler.

Kriteria pengambilan keputusan sebagai berikut:

1. $F_{hitung} \leq F_{tabel 5\%}$: tidak ada pengaruh penambahan enkapsulat ekstrak *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu terhadap retensi Ca, massa Ca tulang, panjang dan bobot femur serta tibia tulang ayam broiler sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak.
2. $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$: ada pengaruh penambahan enkapsulat *Lactobacillus plantarum* dan ekstrak ubi ungu terhadap retensi Ca, massa Ca tulang, panjang dan bobot femur serta tibia tulang ayam broiler sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima.