

**PENGARUH MIKROENKAPSULAT EKSTRAK SIRIH CINA-
Lactobacillus plantarum TERHADAP LAJU DIGESTA, KECERNAAN
SERAT, ENERGI METABOLIS DAN PERTUMBUHAN BROILER
DENGAN KEPADATAN TINGGI**

SKRIPSI

Oleh

HARLINA AULIA PUTRI



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

PENGARUH MIKROENKAPSULAT EKSTRAK SIRIH CINA-
Lactobacillus plantarum TERHADAP LAJU DIGESTA, KECERNAAN
SERAT, ENERGI METABOLIS DAN PERTUMBUHAN BROILER
DENGAN KEPADATAN TINGGI

Oleh

HARLINA AULIA PUTRI
NIM: 23010122120016

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 : Harlina Aulia Putri
NIM : 23010122120016
Program Studi : S-1 Peternakan

dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Skripsi yang berjudul: **Pengaruh Mikroenkapsulat Ekstrak Sirih Cina-*Lactobacillus plantarum* terhadap Laju Digesta, Kecernaan Serat, Energi Metabolis dan Pertumbuhan Broiler dengan Kepadatan Tinggi** dan penelitian yang terkait 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: **Prof. Ir. Vitus Dwi Yudianto Budi Ismadi, M.S., M.Sc., Ph.D., IPU.** dan **Lilik Krismiyo, S.Pt., 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 S1 Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

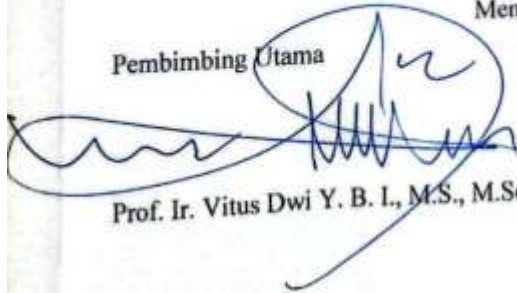
Semarang, Agustus 2026

Penulis,


Harlina Aulia Putri

Mengetahui :

Pembimbing Utama


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

Pembimbing Anggota



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

Judul : PENGARUH MIKROENKAPSULAT EKSTRAK
SIRIH CINA-*Lactobacillus plantarum* TERHADAP
LAJU DIGESTA, KECERNAAN SERAT,
ENERGI METABOLIS DAN PERTUMBUHAN
BROILER DENGAN KEPADATAN TINGGI

Nama Mahasiswa : HARLINA AULIA PUTRI

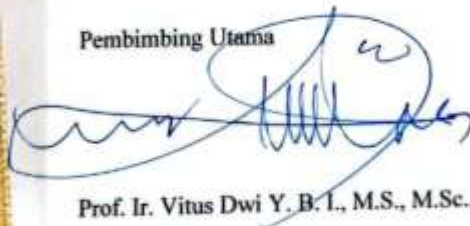
Nomor Induk Mahasiswa : 23010122120016

Program Studi/Departemen : S-1 PETERNAKAN/PETERNAKAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

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

Pembimbing Utama



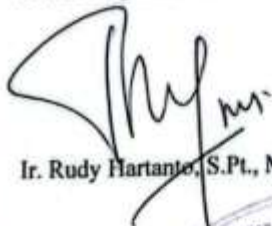
Prof. Ir. Vitus Dwi Y. B. I., M.S., M.Sc., Ph.D., IPU.

Pembimbing Anggota



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

Ketua Program Studi



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

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



Dr. Ir. Marry Christiyanto, M.P., IPM.

Dekan



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

Ketua Departemen



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

RINGKASAN

HARLINA AULIA PUTRI. 23010122120016. 2026. Pengaruh Mikroenkapsulat Ekstrak Sirih Cina-*Lactobacillus plantarum* terhadap Laju Digesta, Kecernaan Serat, Energi Metabolis dan Pertumbuhan Broiler dengan Kepadatan Tinggi. (Pembimbing: **VITUS DWI YUNianto BUDI ISMADI** dan **LILIK KRISMIYANTO**)

Penelitian bertujuan untuk mengkaji penambahan mikroenkapsulat ekstrak sirih Cina-*Lactobacillus plantarum* pada ransum terhadap laju digesta, kecernaan serat, energi metabolis dan pertumbuhan broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai Agustus 2026 di kandang Digesti, Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Ternak percobaan yang digunakan yaitu *day old chicks* broiler strain *Ross unsexed* sebanyak 350 ekor dengan bobot badan rata-rata sebesar $44,6 \pm 0,95$ g. Perlakuan diberikan pada umur 8 hari sebanyak 308 ekor dengan bobot badan rata-rata sebesar $207,40 \pm 4,57$ g. Perlakuan yang digunakan adalah ekstrak sirih Cina-*Lactobacillus plantarum* yang telah dimikroenkapsulasi. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 7 ulangan. Perlakuan yang diterapkan terdiri dari T0 = kepadatan normal (10 ekor/m^2), T1 = kepadatan tinggi (17 ekor/m^2) dan T2 = kepadatan tinggi (17 ekor/m^2) + MESC-Lp 0,4%. Parameter yang diukur meliputi laju digesta, kecernaan serat kasar, energi metabolis murni dan pertambahan bobot badan. Data dianalisis ragam pada taraf signifikansi 5%, jika perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan mikroenkapsulat ekstrak sirih Cina-*Lactobacillus plantarum* pada ransum berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap laju digesta, kecernaan serat kasar, energi metabolis murni dan pertambahan bobot badan pada ayam broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi. Laju digesta pada T2 nyata ($p < 0,05$) lebih lambat dibandingkan dengan T0 dan T1. Kecernaan serat kasar pada T0 dan T2 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T1. Energi metabolis murni pada T2 tidak berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan T0, tetapi nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T1. Pertambahan bobot badan pada T0 nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan T1 dan T2.

Simpulan penelitian adalah penambahan mikroenkapsulat ekstrak sirih Cina-*Lactobacillus plantarum* 0,4% (T2) pada ransum mampu memperlambat laju digesta, meningkatkan kecernaan serat kasar, energi metabolis murni dan pertumbuhan broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi.

KATA PENGANTAR

Peluang industri peternakan Indonesia semakin berkembang seiring dengan peningkatan populasi penduduk di Indonesia yang menyebabkan meningkatnya kebutuhan pangan protein hewani. Keterbatasan lahan mengharuskan peternak membangun kandang dengan kepadatan tinggi yang berpotensi menyebabkan stres pada ternak. Upaya untuk meningkatkan produktivitas ayam dapat dilakukan dengan penambahan aditif alami berupa ekstrak sirih Cina dan *Lactobacillus plantarum* pada ransum.

Penulis memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Mikroenkapsulat Ekstrak Sirih Cina-*Lactobacillus plantarum* terhadap Laju Digesta, Kecernaan Serat, Energi Metabolis dan Pertumbuhan Broiler dengan Kepadatan Tinggi” sebagai tugas akhir untuk mendapatkan gelar sarjana peternakan. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Ir. Vitus Dwi Yuniarto Budi Ismadi, M.S., M.Sc., Ph.D., IPU. selaku dosen pembimbing utama dan Lilik Krismiyo, S.Pt., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu dan mencurahkan ilmunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penulisan skripsi.
2. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Dr. Ir. Sri Sumarsih, S.Pt., M.P., IPM. selaku Ketua Departemen Peternakan. dan Ir. Rudy Hartanto, S.Pt., M.P., Ph.D., IPM. selaku Ketua

Program Studi S1 Peternakan yang telah memberi fasilitas pendukung selama masa perkuliahan penulis.

3. Ir. Surono, M.P. selaku koordinator Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan yang telah memberikan izin dalam melakukan penelitian dan menggunakan fasilitas di laboratorium tersebut.
4. Prof. Ir. Agung Purnomoadi, M.Sc., Ph.D. selaku dosen wali atas segala dukungan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Dr. Ir. Mulyono, M.Si., dan Dr. Ir. Sri Sumarsih, S. Pt., M. P., IPM. Selaku dosen penguji dan Prof. Dr. Ir. R. R. Retno Adiwiniarti, M. Sc. Selaku dosen panitia ujian skripsi.
6. Kedua orang tua, Bapak Muchamad Soleh, Ibu Hartini, serta adik penulis Muhammad Fahrurrozi yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
7. Tim penelitian sirih Cina, yaitu Niya, Listri, Mba Derisa, Imam, Ma'ruf, Mas Fathan dan Mas Exaudi yang telah kebersamaan dan bekerja sama selama penelitian di kandang dan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca terutama bagi pemerhati bidang nutrisi ternak untuk pengembangan peternakan.

Semarang, Agustus 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.....	4
2.1. Ayam Broiler dan Kepadatan Kandang	4
2.2. Ransum dan Standar Nutrien Ayam Broiler	6
2.3. Sirih Cina	9
2.4. <i>Lactobacillus plantarum</i> sebagai Probiotik	10
2.5. Mikroenkapsulasi.....	12
2.6. Laju Digesta, Kecernaan Serat dan Energi Metabolis	13
BAB III. MATERI DAN METODE.....	15
3.1. Materi.....	15
3.2. Metode	17
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Laju Digesta pada Ayam Broiler	24
4.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan Serat pada Ayam Broiler	26
4.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Energi Metabolis Murni pada Ayam Broiler	28
4.4. Pengaruh Perlakuan terhadap Pertambahan Bobot Badan pada Ayam Broiler.....	30

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	34
5.1. Simpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	44
RIWAYAT HIDUP	68

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Performa Ayam Broiler	5
2. Standar Nutrien Ayam Broiler	7
3. Komposisi dan Kadar Nutrien Ransum Basal	16
4. Laju Digesta pada Ayam Broiler.....	24
5. Kecernaan Serat Kasar pada Ayam Broiler	26
6. Energi Metabolis Murni pada Ayam Broiler.....	29
7. Pertambahan Bobot Badan pada Ayam Broiler	31

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Tanaman Sirih Cina	9
2. Bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i> pada Mikroskopis 5.00 μm	11
3. Prosedur Ekstraksi Sirih Cina	18
4. Prosedur Mikroenkapsulasi Sirih Cina- <i>Lactobacillus plantarum</i>	19

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Analisis Statistik Laju Digesta pada Ayam Broiler	44
2. Perhitungan Kecernaan Serat pada Ayam Broiler..	48
3. Analisis Statistik Kecernaan Serat pada Ayam Broiler	51
4. Perhitungan Energi Metabolis Murni pada Ayam Broiler	55
5. Analisis Statistik Energi Metabolis Murni pada Ayam Broiler	59
6. Analisis Statistik Pertambahan Bobot Badan pada Ayam Broiler.	63
7. Data Dukung Penelitian.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

Kepadatan kandang berpengaruh terhadap performa ayam broiler, hal ini dikarenakan kepadatan kandang mempengaruhi suhu dan kelembaban udara dalam kandang dan pada akhirnya akan berpengaruh pada pertumbuhan. Keterbatasan lahan menjadi bagian permasalahan peternak dalam meningkatkan jumlah produksi, sehingga banyak peternak membangun kandang dengan kepadatan tinggi. Kepadatan tinggi memberikan keuntungan dari segi biaya operasional kandang. Kepadatan yang terlalu tinggi berdampak pada tingkat deplesi yang tinggi, pertumbuhan yang tidak seragam yang disebabkan karena kompetisi dalam makan dan minum tinggi (Permana *et al.*, 2020), sehingga berdampak stres pada ayam (Nelson *et al.*, 2018). Perlunya upaya untuk menekan cekaman panas dengan pemberian *natural feed additive* yaitu sirih Cina yang dikombinasikan dengan *Lactobacillus plantarum* sebagai probiotik.

Sirih Cina (*Peperomia pellucida*) mengandung senyawa bioaktif meliputi fenol antara 10,29-24,10 mg GAE/g, flavonoid antara 4,88-25,91 mg Qct/g, tanin antara 0,06-1,04 mg TAE/g, saponin antara 4,15-249,43 mg QSE/g dan alkaloid antara 3,07-44,27 mg BCE/g (Ho *et al.*, 2022). Senyawa flavonoid berfungsi sebagai imunostimulan yang dapat meningkatkan system imun serta sebagai imunomodulator (Faizah *et al.*, 2022). Pemberian sirih Cina juga dikombinasikan dengan *Lactobacillus plantarum* sebagai probiotik. *Lactobacillus plantarum* dipilih karena sifatnya ramah lingkungan sebab bersifat non-patogen serta

menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Fitrianingsih, 2023). *Lactobacillus plantarum* juga memiliki kemampuan dalam mendukung keseimbangan mikrobiota melalui peningkatan bakteri asam laktat dan produksi asam lemak rantai pendek (Peng *et al.*, 2016). Pemberian sirih Cina dan *Lactobacillus plantarum* agar dapat mencapai usus halus secara stabil dan efektif, maka diperlukan proses mikroenkapsulasi.

Enkapsulasi bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga agar senyawa aktif tersebut tetap stabil sehingga dapat diserap dan dimanfaatkan secara maksimal (Agustin dan Wibowo, 2021). Bahan penyalut yang umum dipakai meliputi maltodekstrin, kitosan, dan *whey*. Maltodekstrin dipilih dibandingkan bahan penyalut lain karena kelarutannya yang tinggi, kemudahannya dicerna di duodenum, kestabilannya yang tidak mudah terhidrolisis, serta kemampuannya melindungi senyawa antioksidan dari oksidasi serta umur simpan yang lebih lama (Nusa, 2019). Proses enkapsulasi menggunakan teknik *freeze drying*, yaitu teknik pengeringan beku dengan prinsip non termal yang memiliki kelebihan dalam mempertahankan mutu produk. Hasil enkapsulasi kemudian dilakukan mikroenkapsulasi yaitu proses penyaringan partikel agar ukurannya lebih seragam. Ukuran standar mikroenkapsulat di dalam usus halus berkisar antara 50–200 μm (Kiare dan Mills 2019).

Penambahan mikroenkapsulat ekstrak sirih Cina dan *Lactobacillus plantarum* dapat melewati tembolok, proventrikulus dan ventrikulus tanpa mengurangi kualitas sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal di usus halus. Senyawa flavonoid pada sirih Cina berfungsi sebagai imunostimulan yang dapat

meningkatkan kerja sistem imun, sebagai agen imunomodulator serta menghambat bakteri patogen di usus (Faizah *et al.*, 2022). Jumlah bakteri patogen yang rendah dapat meningkatkan populasi bakteri asam laktat (BAL). Bakteri asam laktat yang meningkat mengakibatkan pH usus halus menjadi asam, sehingga ion H^+ yang dikeluarkan lebih tinggi dan merenggangkan ikatan serat kasar. Serat kasar merupakan karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh unggas karena tidak adanya enzim selulase sehingga akan dibawa melewati usus untuk dilakukan proses fermentasi oleh bakteri. Penguraian serat kasar dapat memperlambat laju digesta dan meningkatkan pencernaan serat. Proses tersebut membutuhkan lebih banyak energi metabolis untuk mengoptimalkan penyerapan nutrisi yang berdampak terhadap peningkatan pertambahan bobot badan ayam broiler.

Penelitian bertujuan untuk mengkaji penambahan mikroenkapsulat ekstrak sirih Cina-*Lactobacillus plantarum* pada ransum terhadap laju digesta, pencernaan serat, energi metabolis dan pertumbuhan broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi. Manfaat penelitian adalah memperoleh informasi secara ilmiah tentang penambahan mikroenkapsulat ekstrak sirih Cina-*Lactobacillus plantarum* pada ransum terhadap laju digesta, pencernaan serat, energi metabolis dan pertumbuhan broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi. Hipotesis penelitian yaitu penambahan mikroenkapsulat ekstrak sirih Cina-*Lactobacillus plantarum* pada ransum ayam broiler diduga dapat memperlambat laju digesta sehingga meningkatkan pencernaan serat kasar, energi metabolis dan pertambahan bobot badan broiler yang dipelihara dengan kepadatan tinggi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ayam Broiler dan Kepadatan Kandang

Ayam broiler adalah jenis ras unggulan hasil persilangan dari bangsa-bangsa ayam yang memiliki daya produktivitas tinggi, terutama dalam memproduksi daging ayam (Subowo dan Saputra, 2019). Ayam broiler memiliki kemampuan pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan ras ayam yang lain yaitu dalam kurun waktu 4-5 minggu sudah dapat dipanen (Nuryati, 2019). Keunggulan ayam broiler adalah pertumbuhan yang relatif cepat diikuti dengan penambahan berat badan yang tinggi dan kualitas daging yang baik (Amin *et al.*, 2023). Produktivitas ayam broiler didukung oleh pemilihan bibit, pemberian ransum, dan manajemen pemeliharaan yang baik (Sio *et al.*, 2016). Ransum yang dikonsumsi ayam broiler akan memberikan pengaruh dalam penambahan bobot badan ayam broiler (Astuti dan Jaiman, 2019).

Strain ayam broiler yang banyak ditemukan di Indonesia antara lain *Cobb*, *Lohman*, *Ross*, *Hubbard* dan *Hybro* (Amrullah *et al.*, 2024). Ayam broiler strain Ross merupakan ayam hasil persilangan antara bangsa ayam Cornish dengan bangsa ayam dari Inggris yang memiliki FCR rendah, pertumbuhan cepat, daya tahan hidup kuat dan memiliki kaki yang kuat sebagai penopang tubuh besar (Natsir *et al.*, 2026). Periode pemeliharaan ayam broiler terbagi menjadi dua fase yaitu *starter* yang dimulai dari umur 1-14 hari dan periode *finisher* dimulai umur 15-35 hari atau sesuai bobot yang diinginkan (Woro *et al.*, 2019). Ayam broiler

memiliki laju pertumbuhan yang cepat dan didukung dengan lingkungan dalam kandang serta perkandangan yang baik (Dharmawan *et al.*, 2016). Performa ayam broiler tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Performa Ayam Broiler

Umur	Bobot Badan	Konsumsi Ransum Kumulatif	Konversi Ransum
----(minggu)----	------(g/ekor)-----		
1	213	166	0,78
2	533	535	1,00
3	1.012	1.155	1,14
4	1.616	2.051	1,27
5	2.296	3.211	1,40

Sumber: Ross Broiler Management Handbook (2022).

Kepadatan kandang adalah jumlah ayam pada kandang dengan luas kandang (Permana *et al.*, 2020). Kepadatan kandang yang ideal untuk ayam broiler sebesar 10-12 ekor/m² (Suhita *et al.*, 2019). Keterbatasan lahan menjadi salah satu permasalahan peternak sehingga kepadatan kandang yang tinggi sangat diutamakan untuk mendapat keuntungan maksimal dari luas lantai yang digunakan (Woro *et al.*, 2019). Kepadatan kandang yang tinggi menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi dalam memelihara ayam broiler. Tingginya kepadatan kandang dapat mengakibatkan stres, menurunkan konsumsi ransum dan meningkatkan konversi ransum yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan ternak dan menurunnya berat akhir (Mariyam *et al.*, 2020). Ayam yang terpapar kepadatan tinggi akan mengirimkan sinyal ke hipotalamus kemudian bagian kelenjar pituitari mengaktifkan adrenal sehingga terjadi sekresi corticosterone menuju aliran darah (Nelson *et al.*, 2018). Tingkat kepadatan kandang pada ayam

broiler bergantung pada target berat ketika panen, kondisi cuaca, serta tipe sistem perkandangan di Indonesia biasanya mengacu pada standar maksimum biomassa dengan panen tidak lebih dari 2,04 kg dengan maksimum kepadatannya 32 kg/m², sedangkan panen antara 2,04 – 2,49 kg maksimal kepadatannya yaitu 37 kg/m² (Putra Perkasa Genetika, 2022).

2.2. Ransum dan Standar Nutrien Ayam Broiler

Ransum merupakan gabungan dari beberapa bahan pakan yang nilai nutriennya sudah disesuaikan guna memenuhi kebutuhan ternak selama sehari untuk pertumbuhan, produksi dan reproduksi ternak (Sio *et al.*, 2016). Ransum dapat dinyatakan berkualitas baik apabila mampu memberikan seluruh kebutuhan nutrien secara tepat, baik jenis, jumlah, serta imbangannya nutrien tersebut bagi ternak (Yuhendra dan Darmiwati, 2021). Pemeliharaan ayam broiler umumnya terdiri dari dua fase meliputi *starter* dan *finisher*. Fase *starter* ayam broiler dimulai saat berumur 1-3 minggu, sedangkan fase *finisher* dimulai saat berumur 3-5 minggu (Woro *et al.*, 2019). Kebutuhan nutrien ternak mengalami peningkatan setiap minggunya yang meliputi energi metabolis (EM), protein kasar (PK), lemak kasar (LK), serat kasar (SK), kalsium (Ca) dan fosfor. Kandungan nutrien ayam broiler disajikan pada Tabel 2.

Energi metabolis merupakan energi yang dikonsumsi oleh ternak yang terkandung dalam pakan (Andriani *et al.*, 2022). Energi metabolis digunakan ternak untuk menjalankan aktivitas berupa mempertahankan suhu tubuh, metabolisme, aktifitas fisik, produksi, reproduksi dan pembentukan jaringan

(Pangestu *et al.*, 2018). Energi metabolis sangat penting diketahui dalam proses penyusunan ransum dan nilainya dipengaruhi oleh kandungan dan keseimbangan nutrisi bahan makanan, dan faktor yang mempengaruhi energi metabolis adalah gross energi ransum dan banyaknya energi yang digunakan oleh ternak (Andriani *et al.*, 2022).

Tabel 2. Standar Nutrien Ayam Broiler

Kebutuhan Nutrien	<i>Starter</i> (umur 1-21 hari)	<i>Finisher</i> (22-Panen)
Energi Metabolis (kkal/kg) ¹	2.975-3.050	3.100
Protein Kasar (%) ¹	21,5-23	19,5
Lemak Kasar (%) ²	4,00	4,00
Serat Kasar (%) ²	5,00	6,00
Kalsium (%) ¹	0,75-0,95	0,65
Fosfor (%) ¹	0,42-0,5	0,36
Lisn (%) ¹	1,18-1,32	1,08
Metionin (%) ¹	0,51-0,55	0,48

Sumber: ¹Ross Broiler Management Handbook (2022); ²Standar Nasional Indonesia (2022; 2023).

Protein memainkan peran krusial dalam menentukan kualitas pakan bagi hewan nonruminansia. Hal ini karena protein termasuk elemen penting yang sangat diperlukan oleh hewan nonruminansia, khususnya unggas (Pratiwi *et al.*, 2017). Protein yang dikonsumsi oleh unggas akan diubah menjadi asam amino dan dimanfaatkan untuk membentuk daging, sehingga terjadi peningkatan bobot badan (Varianti *et al.*, 2017). Kandungan protein dalam pakan unggas menjadi penentu utama kualitas pakan yang diberikan. Semakin tinggi jumlah dan kecukupan protein dalam pakan, semakin meningkat pula kualitasnya (Putri *et al.*, 2025^a).

Lemak adalah senyawa organik golongan lipida yang mempunyai sifat tidak dapat larut dalam air sehingga perlu pelarut seperti kloroform, ether, benzena dan lain-lainnya (Pargiyanti, 2019). Terdapat empat jenis vitamin yang dapat larut di dalam lemak dan minyak yaitu vitamin A, D, E, K, yang mengandung kolesterol dan egosterol yang terkandung dalam lemak nabati (Putri *et al.*, 2025^b). Lemak diuraikan menjadi asam lemak yang dapat digunakan sebagai sumber energi (Safitri *et al.*, 2025). Lemak tersebut dapat dibentuk dalam tubuh apabila ternak mengkonsumsi pakan yang mengandung lemak atau karbohidrat berlebih. Kandungan lemak di dalam ransum harus dibatasi berkisar 2– 5% (Sinung *et al.*, 2016).

Serat kasar merupakan senyawa karbohidrat yang sulit dicerna oleh ternak monogastrik, namun berfungsi untuk mengatur kerja usus, mempercepat laju digesta dan memacu perkembangan organ pencernaan (Mait *et al.*, 2019). Kandungan serat kasar dalam pakan yang diberikan berpengaruh terhadap konsumsi pakan karena serat kasar memiliki sifat *bulky* (voluminous) yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin di mana sebagian besar sulit dicerna oleh unggas (Moningkey *et al.*, 2019). Serat kasar suatu bahan pakan sangat mempengaruhi pencernaan pakan, baik dari segi jumlah maupun dari komposisi kimia atau komponen seratnya (Sasae *et al.*, 2020).

Mineral yang banyak menyusun rangka tubuh adalah kalsium dan fosfor (Setiawati *et al.*, 2016). Kalsium dan fosfor berfungsi di dalam pembentukan tulang, komponen asam nukleat, keseimbangan asam-basa, koordinasi otot, metabolisme jaringan syaraf, serta terlibat dalam metabolisme karbohidrat, lemak,

dan protein (Hamka *et al.*, 2020). Defisiensi kalsium pada ayam akan menyebabkan pertumbuhan terhambat, efisiensi pakan menjadi menurun dan mineralisasi jaringan osteosid terhambat sehingga berakibat pada pertumbuhan tulang yang tidak normal (Setiawati *et al.*, 2016). Pencernaan dan penyerapan kalsium dan fosfor dipengaruhi oleh antinutrien dalam bahan pakan terutama fitat yang mengikat fosfor (Pramitaa *et al.*, 2020).

2.3. Sirih Cina

Sirih Cina didefinisikan sebagai tanaman herbal yang termasuk dalam famili *Piperaceae* yang memiliki kemampuan sebagai antibiotik (Imansyah, 2022). Tanaman ini tumbuh secara liar yang umumnya tumbuh di tempat lembab seperti bebatuan, tembok basah, ladang, pekarangan dan tepi parit yang dimanfaatkan sebagai tanaman obat herbal. Tanaman ini mengandung berbagai senyawa bioaktif meliputi fenol antara 10,29-24,10 mg GAE/g, flavonoid antara 4,88-25,91 mg Qct/g, tanin antara 0,06-1,04 mg TAE/g, saponin antara 4,15-249,43 mg QSE/g dan alkaloid antara 3,07-44,27 mg BCE/g (Ho *et al.*, 2022). Sirih Cina memiliki kandungan flavonoid dan senyawa aktif lainnya yang memiliki daya hambat cukup kuat terhadap bakteri patogen serta antioksidan memiliki manfaat untuk menangkal radikal bebas (Yanti *et al.*, 2023). Maharani *et al.* (2025) menggambarkan sirih Cina pada Ilustrasi 1.

Ekstrak sirih Cina yang diketahui mengandung senyawa kimia golongan glikosida, flavonoid, tanin dan steroid/triterpenoid, berpotensi sebagai antibakteri terutama flavonoid dan tanin (Permadani *et al.*, 2024). Flavonoid berfungsi

sebagai imunostimulan serta memiliki kecenderungan mengikat protein sehingga dapat mengganggu proses metabolisme bakteri (Zulkarnain *et al.*, 2021). Flavonoid, tanin, dan polifenol diketahui memiliki kemampuan untuk mendonorkan elektron untuk menetralkan radikal bebas (Oktavia dan Sutoyo, 2021). Polifenol dapat menghentikan reaksi berantai oksidatif yang berpotensi merusak lipid, protein, maupun DNA dalam sel (Shabana *et al.*, 2026). Kemampuan ini menunjukkan bahwa ekstrak sirih Cina dapat digunakan sebagai sumber antioksidan alami untuk mencegah penyakit degeneratif yang disebabkan oleh stres oksidatif (Razoki *et al.*, 2025).

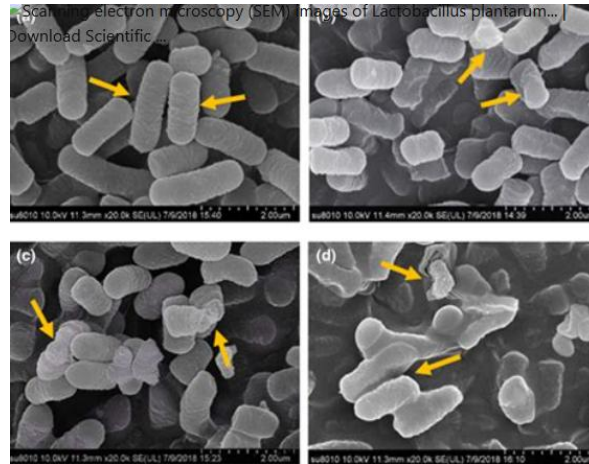


Ilustrasi 1. Tanaman Sirih Cina

2.4. *Lactobacillus plantarum* sebagai Probiotik

Lactobacillus plantarum merupakan salah satu bakteri probiotik dari filum *Firmicutes*, kelas *Bacilli*, ordo *Lactobacillales*, famili *Lactobacillaceae*, dan genus *Lactobacillus* (Siswara *et al.*, 2019). *Lactobacillus plantarum* memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri patogen dan bakteri pembusuk. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa pemberian *L. plantarum* memberikan efek positif terhadap sistem imun, keseimbangan mikrobiota usus, dan performa ayam

broiler (Wang *et al.*, 2023). Liu *et al.* (2018) menggambarkan *Lactobacillus plantarum* pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Bakteri *Lactobacillus plantarum* pada Mikroskopis 5.00 μm

Bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri *L. plantarum* berfungsi mencegah atau membunuh bakteri patogen dalam usus (Aini *et al.*, 2021). Pemberian probiotik bakteri asam laktat yang diisolasi dari usus ayam broiler jenis *Lactobacillus sp.* mampu membuat zona bening pada media yang ditumbuhkan dengan bakteri *E. coli* yang menunjukkan bahwa bakteri-bakteri tersebut dapat menghasilkan senyawa anti bakteri yang efektif dalam menghambat pertumbuhan atau menurunkan jumlah bakteri patogen *E. coli* (Nurbaiti *et al.*, 2016). Penelitian terhadap *L. plantarum* B1 menunjukkan bahwa suplementasi dapat meningkatkan ADG dan memperbaiki FCR, menurunkan *E. coli*, meningkatkan bakteri asam laktat, meningkatkan sIgA, serta meningkatkan SCFA di ileum dan sekum (Peng *et al.*, 2016). Keseimbangan mikroorganisme dalam usus tercapai bila mikroba menguntungkan mampu menghambat pertumbuhan mikroba patogen (Fitrianingsih, 2023).

2.5. Mikroenkapsulasi

Mikroenkapsulasi merupakan teknologi menyalut bahan inti yang digunakan sebagai teknik perlindungan bahan inti dan mempertahankan sifat asli dari bahan inti yang dienkapsulasi (Pratama *et al.*, 2021). Enkapsulasi adalah proses untuk melindungi senyawa aktif dalam suatu bahan dengan menggunakan bahan penyalut (Sumanti *et al.*, 2016). Tujuannya untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga agar senyawa aktif tersebut tetap stabil sehingga dapat diserap secara maksimal (Agustin dan Wibowo, 2021).

Prinsip enkapsulasi yaitu pencampuran antara fase air, fase zat inti dan fase bahan penyalut sampai terbentuk emulsi yang stabil kemudian proses penempelan bahan penyalut pada permukaan bahan inti dan proses pengecilan ukuran partikel (Baena *et al.*, 2019). Contoh bahan penyalut yang umum dipakai meliputi maltodekstrin, kitosan dan *whey*. Maltodekstrin digunakan sebagai pelindung senyawa antioksidan dari kontaminasi dan oksidasi dari lingkungan luar sehingga hasilnya memiliki kelarutan tinggi dan umur simpan lebih lama (Nusa, 2019). Kelebihan maltodekstrin dibandingkan bahan penyalut lain adalah kelarutannya yang tinggi, kemudahannya dicerna di duodenum, kestabilannya yang tidak mudah terhidrolisis, serta kemampuannya melindungi senyawa antioksidan dari oksidasi (Hasna *et al.*, 2018).

Proses enkapsulasi menggunakan teknik *freeze drying*, yaitu teknik pengeringan beku dengan prinsip non termal yang memiliki kelebihan dalam mempertahankan mutu produk, baik dari karakteristik sensorik, nilai gizi, fisik maupun kimia dibanding dengan pengeringan biasa yang menggunakan termal

(Habibi *et al.*, 2019). Hasil enkapsulasi kemudian dilakukan mikroenkapsulasi, yaitu teknik yang digunakan untuk melapisi atau menyegel bahan selama pemrosesan zat inti sehingga mendapatkan hasil akhir yaitu mikroenkapsulat (Pratama *et al.*, 2021). Ukuran mikroenkapsulat menentukan efisiensi pakan unggas, di mana ukuran kecil ($<50\ \mu\text{m}$) mempercepat penyerapan tetapi rentan degradasi lambung, ukuran besar ($>200\ \mu\text{m}$) memperlambat pelepasan zat aktif serta mengurangi homogenitas ransum, sedangkan ukuran sedang ($50\text{--}200\ \mu\text{m}$) dianggap paling ideal karena mampu melindungi senyawa bioaktif di saluran pencernaan atas sekaligus melepaskannya secara optimal di usus halus ayam (Kiare *et al.*, 2019).

2.6. Laju Digesta, Kecernaan Serat dan Energi Metabolis

Laju digesta merupakan aliran digesta melalui saluran pencernaan. Laju digesta pada unggas relatif lebih cepat karena saluran pencernaan unggas pendek, umumnya laju digesta ayam broiler berkisar antara 2-4 jam (Candrawati *et al.*, 2024). Laju digesta yang terlalu cepat mengakibatkan kurangnya waktu tersedia bagi enzim pencernaan untuk mendegradasi nutrisi secara menyeluruh (Wardah dan Panjaitan, 2019). Laju digesta dipengaruhi oleh serat, semakin tinggi serat kasar dalam ransum maka laju pencernaan dan laju penyerapan nutrisi akan semakin lambat, sehingga untuk memaksimalkan penyerapan zat makanan (Tahu *et al.*, 2022). Serat kasar merupakan karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh unggas karena tidak adanya enzim selulase. Kandungan serat kasar berbanding terbalik dengan kecernaan yang dihasilkan. Hasil penelitian Afriyanti *et al.* (2019)

melaporkan bahwa nilai pencernaan serat kasar ayam broiler sebesar 20,57–25,99%.

Energi metabolis adalah energi yang digunakan ternak untuk menjalankan aktivitas seperti pembentukan jaringan, pengaturan homeostasis, metabolisme, dan reproduksi, serta beraktivitas dan menghasilkan produk (Pangestu *et al.*, 2018). Energi metabolis dibagi dua yaitu energi metabolis semu yang didapat dari energi bruto dikurangi energi ekskreta dan energi metabolis murni yang didapat dari energi metabolis yang memperhitungkan energi endogen (Rhamadhanti, 2022). Energi metabolis murni memperhitungkan kehilangan energi endogen, dengan nilai EMM ransum broiler yang dilaporkan berkisar antara 3.078,91–3.182,50 kkal/kg (Wahyudi *et al.*, 2017). Energi metabolis meningkat seiring bertambahnya konsumsi ransum dan daya cerna yang baik (Woro *et al.*, 2019).

Pertambahan berat badan dihitung dari selisih bobot akhir (panen) dengan berat badan awal. Kurva pertumbuhan ternak sangat tergantung dari pakan yang diberikan, jika pakan mengandung nutrisi yang tinggi maka ternak dapat mencapai berat badan tertentu (Rianza *et al.*, 2019). Energi metabolis mempengaruhi biosintesis jaringan daging dan berpengaruh pada pertambahan bobot badan, sehingga energi metabolis optimal sangat berperan dalam mendukung pertambahan bobot badan karena ransum dengan kandungan nutrisi sesuai kebutuhan yang diserap secara efisien oleh ternak akan menghasilkan bobot badan akhir yang baik (Puspitasary *et al.*, 2018).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Juli sampai Agustus 2025 di Kandang Digesti, Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Ransum dianalisis proksimat dan mineral, serta ekskreta dianalisis serat dan *gross energi* di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

3.1. Materi

Ternak percobaan yang digunakan yaitu *day old chicks* broiler strain *Ross unsexed* sebanyak 350 ekor dengan bobot badan rata-rata sebesar $44,6 \pm 0,95$ g. Perlakuan diberikan pada umur 8 hari sebanyak 308 ekor dengan bobot badan rata-rata sebesar $207,40 \pm 4,57$ g. Bahan yang digunakan untuk proses ekstraksi dan mikroenkapsulasi meliputi ekstrak sirih Cina, etanol 96%, aquades, aluminium foil, kertas saring halus dan maltodekstrin. Bahan untuk pelarut *Lactobacillus plantarum* yaitu susu skim. Bahan yang digunakan dalam pemeliharaan meliputi ransum komersial B11S dari PT Charoen Pokphand, ransum penelitian (ransum basal), formalin, KMnO_4 aquades, air minum, vitamin dan vaksin. Bahan yang digunakan dalam total koleksi ekskreta adalah indikator Fe_2O_3 (Ferri Oksida) dan HCl 0,1 N. Ransum komersial memiliki kandungan nutrisi berupa kadar air sebesar 14%, protein kasar sebesar 20%, lemak kasar

sebesar 5%, serat kasar sebesar 5%, abu sebesar 8%. Ransum basal disusun berdasarkan fase *starter* dan *finisher* yang tertera pada Tabel 3.

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	50,50	53,10
Bekatul	13,95	18,05
Bungkil Kedelai	24,70	18,00
Tepung ikan	10,00	10,00
Limestone	0,30	0,30
Premiks	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⁾	2.992,86	3.038,3
Protein Kasar (%) ¹⁾	21,34	19,50
Lemak Kasar (%) ¹⁾	4,41	4,85
Serat Kasar (%) ¹⁾	5,05	5,52
Kalsium (%) ¹⁾	1,04	1,01
Fosfor (%) ¹⁾	0,71	0,68
Lisin (%) ³⁾	1,17	1,02
Metionin (%) ³⁾	0,46	0,47

Keterangan:

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

²⁾ Kadar Energi Metabolis Dihitung Berdasarkan Rumus Bolton (1967).

³⁾ Kadar lisin dan metionin dihitung berdasarkan penjumlahan bahan pakan dari pengalihan masing-masing komposisi bahan pakan dengan kadar nutriennya

Peralatan yang digunakan untuk ekstrak dan enkapsulasi meliputi beaker glass ukuran 2000 ml, gelas ukur 1000 ml, batang pengaduk, corong kaca, magnetic stirrer, sonikator, evaporator dan *freeze dryer*. Adapun peralatan yang digunakan untuk pemeliharaan meliputi kandang utama, kandang *battery*, tempat pakan dan minum, timbangan digital dengan ketelitian 1 g, termohigrometer,

nampan, *sprayer*, tempat penampungan ekskreta, peralatan sanitasi, instalasi listrik, alat tulis dan peralatan laboratorium.

3.2. Metode

3.2.1. Rancangan percobaan dan perlakuan

Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan dan 7 ulangan, sehingga terdapat 21 unit percobaan. Mikroenkapsulat ekstrak sirih Cina dan *Lactobacillus plantarum* (MESC-Lp) sebagai aditif. Penentuan level MESC-Lp 0,4% mengacu pada hasil penelitian Hidayat *et al.* (2024). Perlakuan yang diterapkan sebagai berikut:

T0 = ayam yang dipelihara dengan kepadatan normal (10 ekor/m²) + tanpa MESC-Lp 0,4%

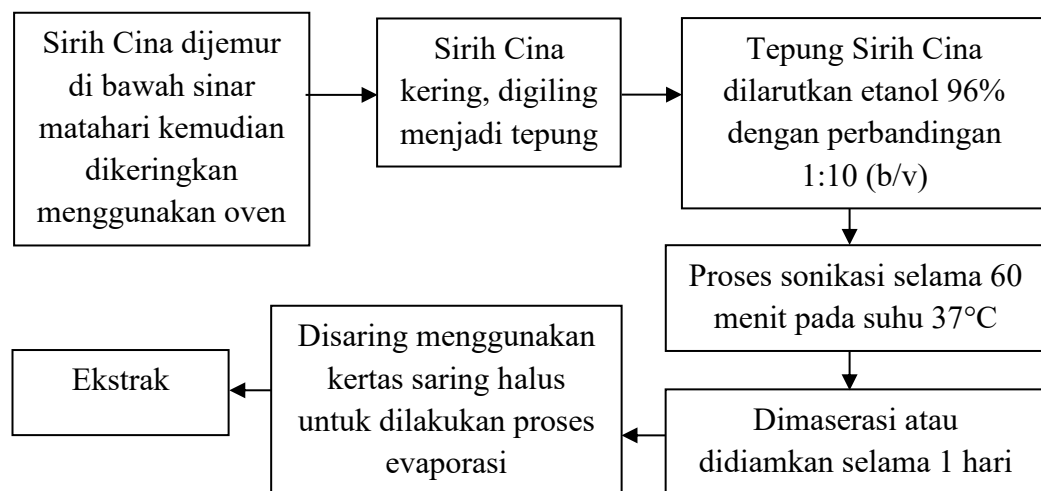
T1 = ayam yang dipelihara dengan kepadatan tinggi (17 ekor/m²) + tanpa MESC-Lp 0,4%

T2 = ayam yang dipelihara dengan kepadatan tinggi (17 ekor/ m²) + MESC-Lp 0,4%

3.2.2. Pembuatan ekstrak dan mikroenkapsulat

Proses ekstraksi diawali dengan menjemur sirih Cina dibawah matahari dengan dilapisi plastik UV, dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C dengan kadar air $\pm$ 14%, kemudian digiling hingga berbentuk tepung. Metode ekstraksi sirih Cina yang dilakukan mengacu pada metode Gouda *et al.* (2021). Tepung sirih Cina dilarutkan menggunakan etanol 96% dengan perbandingan 1:10 (b/v) kemudian dihomogenkan. Larutan tersebut dipapar gelombang ultrasonik menggunakan sonikator pada suhu 37°C dengan panjang gelombang 50 Hz

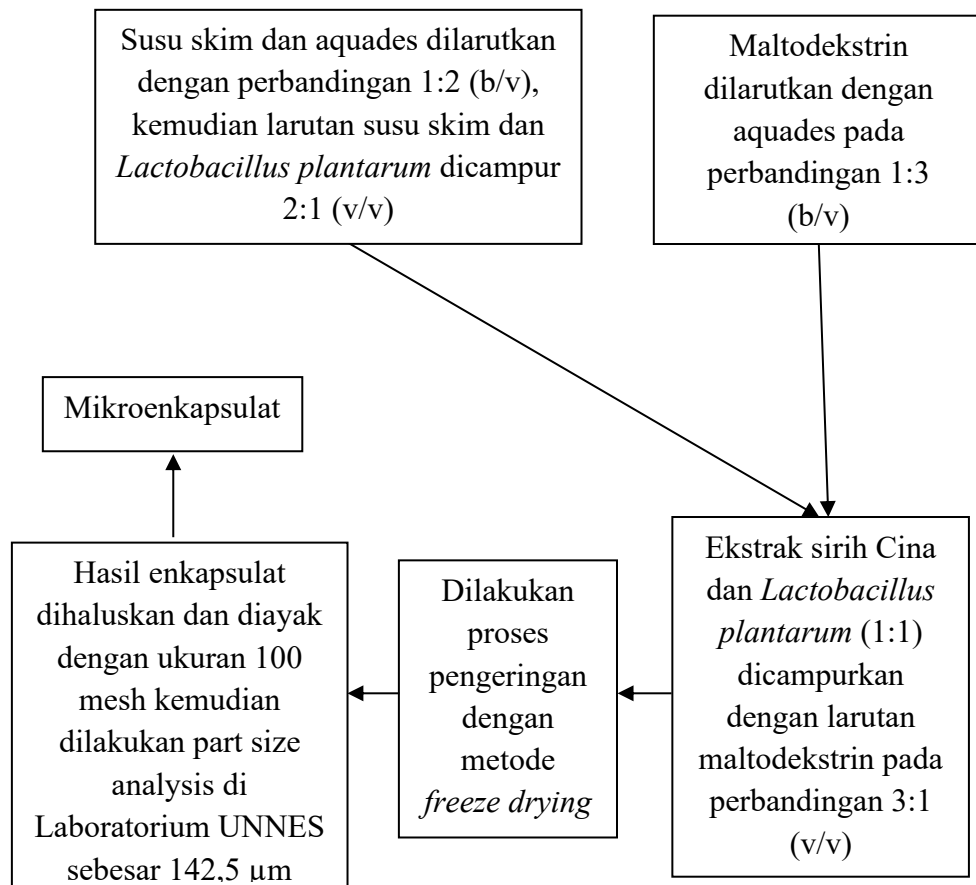
selama 60 menit. Hasil sonikasi dilakukan pemeraman selama 1 hari. Filtrat disaring kemudian dilakukan evaporasi agar etanol yang terkandung di dalamnya mengalami penguapan. Sebelum proses enkapsulasi, disiapkan larutan susu skim dan *Lactobacillus plantarum*. Susu skim dilarutkan dengan aquades pada perbandingan 1:2 (b/v) dan selanjutnya larutan susu skim dicampur dengan *Lactobacillus plantarum* pada rasio 2:1 (v/v). Bagan ekstraksi sirih Cina tertera pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Prosedur Ekstraksi Sirih Cina

Hasil evaporasi sirih Cina kemudian dienkapsulasi mengacu pada metode Krismiyanto *et al.* (2021). Maltodekstrin dilarutkan dengan aquades pada perbandingan 1:3 (b/v), kemudian ekstrak sirih Cina dan *Lactobacillus plantarum* (1:1) dicampurkan dengan larutan maltodekstrin pada perbandingan 3:1 (v/v), lalu dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*. Hasil tersebut kemudian dilakukan proses pengeringan dengan metode *freeze drying* pada suhu -50°C hingga berbentuk kristal. Hasil Enkapsulat dihaluskan menggunakan mortar dan alu,

selanjutnya diayak dengan ukuran 100 mesh. Partikel enkapsulat dilakukan *part size analysis* di Laboratorium Kimia dan Fisika Universitas Negeri Semarang (2025) sebesar 142,5 μm . Bagan prosedur mikroenkapsulasi tertera pada Ilustrasi 4.



Ilustrasi 4. Prosedur Mikroenkapsulasi Sirih Cina dan *L. plantarum*

3.2.3. Pemeliharaan ayam

Tahap pemeliharaan diawali dengan persiapan kandang. Persiapan kandang dilakukan dengan pencucian kandang, pengapuran, fumigasi dan persiapan brooding. Kandang dicuci hingga bersih termasuk mencuci peralatan yang akan

digunakan. Pengapuran kandang dilakukan pada dinding, lantai dan pen. Fumigasi dilakukan selama 3 hari menggunakan larutan formalin dan KMnO_4 .

Tahap pemeliharaan ayam broiler dilakukan selama 35 hari di kandang. *Day old chicks* (DOC) ditimbang terlebih dahulu ketika *chick in* kemudian dilakukan penimbangan bobot badan setiap satu minggu sekali. Adaptasi lingkungan kandang dilakukan ketika ayam berumur 1-4 hari dengan pemberian pakan komersil berupa B11S, umur 5 hari substitusi dengan perbandingan 25% RK : 75% RP, umur 6 hari substitusi dengan perbandingan 50% RK : 50% RP, umur 7 hari substitusi dengan perbandingan 75% RK : 25% RP, umur 8 hari dengan 100% RP hingga 35 hari ditambahkan mikroenkapsulat ekstrak sirih Cina. Air minum diberikan secara *adlibitum*.

3.2.4. Pengambilan data

Parameter yang diukur meliputi laju digesta, pencernaan serat kasar (KcSK), energi metabolis murni (EMM) dan pertambahan bobot badan (PBB). Pengukuran parameter dilakukan dengan metode total koleksi menggunakan indikator. Metode total koleksi indikator dilakukan ketika ayam broiler berumur 32, 33, 34 dan 35 hari di kandang *battery* menggunakan indikator Fe_2O_3 sebanyak 0,5% dari konsumsi. Ekskreta yang tertampung disemprom menggunakan HCl 0,1 N setiap 1 jam sekali. Ekskreta ditimbang sebelum dan setelah dijemur untuk mengetahui berat basah dan kering udara. Ekskreta yang sudah kering dihaluskan dan dilakukan analisis kadar serat dan gross energi.

Ayam endogenus dilakukan penampungan selama 2 hari (32-33 hari), ayam hanya diberikan air minum dan ekskreta yang ditampung pada hari kedua (umur 33 hari). Endogenus disemprot menggunakan HCl 0,1 N setiap 1 jam sekali. Ekskreta Endogenus juga dilakukan pengujian kadar gross energi. Selain gross energi, juga diukur laju digesta. Laju digesta diukur dengan mengamati ekskreta berwarna merah yang pertama kali keluar setelah pemberian ransum pada pagi hari, kemudian mencatat waktunya. Laju digesta dapat dihitung dengan rumus menurut Krismiyo *et al.* (2021) sebagai berikut:

Laju Digesta = Waktu ekskreta merah pertama keluar – waktu pemberian ransum berindikator

Pengukuran pencernaan serat kasar dilakukan dengan menganalisis kandungan serat kasar pada ekskreta dan ransum. Rumus pencernaan serat kasar menurut Tillman *et al.* (1998) sebagai berikut:

Kecernaan serat kasar (%) =

$$\frac{\text{Konsumsi serat} - \text{Jumlah serat ekskreta}}{\text{Konsumsi serat}} \times 100\%$$

Keterangan:

Konsumsi serat kasar (g) = konsumsi ransum × kadar serat kasar ransum

Jumlah serat ekskreta (g) = jumlah ekskreta × kadar serat kasar ekskreta

Energi metabolis murni diukur dengan menganalisis kandungan gross energi pada ransum dan ekskreta. Energi metabolis murni dapat dihitung dengan rumus menurut Wolynetz dan Sibbald (1984) sebagai berikut:

$$\text{Energi metabolis murni (kkal/kg)} = \frac{EB \times X - [(EB_e \times Y - EB_k \times Z)]}{X}$$

Keterangan:

EB= Energi bruto ransum (kkal/kg)

EBe= Energi bruto ekskreta (kkal/kg)

EBk= Energi bruto endogenous (kkal/kg)

X= Konsumsi ransum

Y= Berat ekskreta diberi ransum perlakuan (g)

Z= Berat ekskreta ayam yang dipuasakan (g)

Pertambahan bobot badan dapat dihitung dengan selisih bobot badan akhir dan bobot badan awal. Rumus menghitung pertambahan bobot badan adalah sebagai berikut:

Pertambahan bobot badan = bobot akhir – bobot awal

3.2.5. Analisis statistik

Data diperoleh menggunakan *analysis of variance* pada taraf signifikan 5%, apabila berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf signifikan 5% untuk mengetahui perbedaan nilai tengah antar perlakuan (Gasperz, 2006). Metode linier seluruh perlakuan sebagai berikut:

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

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai pengamatan dari pemberian MESC-Lp 0,4% ke-i dengan ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum (rata-rata populasi)

τ_i = Pengaruh aditif perlakuan ke-i dengan ulangan ke-j

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan pada ulangan ke-j yang mendapatkan perlakuan ke-j

Hipotesis Statistik

$H_0 = \tau_i = 0$: Tidak ada pengaruh penambahan MESC-Lp 0,4% terhadap laju digesta, pencernaan serat kasar, energi metabolis dan pertambahan bobot badan broiler.

$H_1 = \tau_i \neq 0$: Ada pengaruh penambahan MESC-Lp 0,4% terhadap laju digesta, pencernaan serat kasar, energi metabolis dan pertambahan bobot badan broiler.

Kriteria pengambilan keputusan

1. Apabila $F_{hitung} \leq$ dengan $\alpha = 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, perlakuan tidak berpengaruh nyata
2. Apabila $F_{hitung} >$ dari F dengan $\alpha = 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, perlakuan berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan.