

**PENGARUH PEMBERIAN TEPUNG DAUN BROKOLI (*Brassica
oleracea* var. *italica*) TERHADAP RETENSI KALSIUM,
BERAT CANGKANG DAN KADAR KALSIUM
TELUR AYAM KUB**

SKRIPSI

Oleh :

JEIHAN ARINA



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

**PENGARUH PEMBERIAN TEPUNG DAUN BROKOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*) TERHADAP RETENSI KALSIUM,
BERAT CANGKANG DAN KADAR KALSIUM
TELUR AYAM KUB**

Oleh :

**JEIHAN ARINA
NIM : 23010122140249**

**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 : Jeihan Arina
N I M : 23010122140249
Program Studi : S – 1 Peternakan

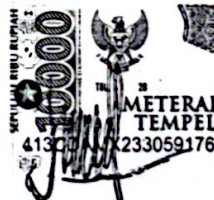
Dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Skripsi yang berjudul: **Pengaruh Pemberian Tepung Daun Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) terhadap Retensi Kalsium, Berat Cangkang dan Kadar Kalsium Telur Ayam KUB**
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. Saya juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu **Rina Muryani, S.Pt., M.Si. dan Ir. Teysar Adi Sarjana, S.Pt., M.Si., IPM.**

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, 30 Juni 2026

Penulis,



Jeihan Arina

Mengetahui :

Pembimbing Utama

Rina Muryani, S.Pt., M.Si.

Pembimbing Anggota

Ir. Teysar Adi Sarjana, S.Pt., M.Si., IPM.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : PENGARUH PEMBERIAN TEPUNG DAUN
BROKOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*)
TERHADAP RETENSI KALSIUM, BERAT
CANGKANG DAN KADAR KALSIUM TELUR
AYAM KUB

Nama Mahasiswa : JEIHAN ARINA

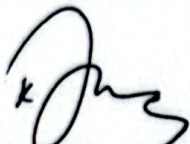
Nomor Induk Mahasiswa : 23010122140249

Program Studi/
Departemen : S - I PETERNAKAN/PETERNAKAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan tim penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal **30 JUN 2026**.

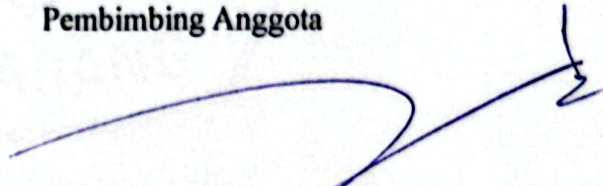
Pembimbing Utama



Rina Muryani, S.Pt., M.Si.

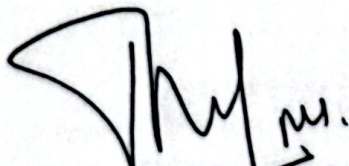
Ketua Program Studi

Pembimbing Anggota



Ir. Teysar Adi Sarjana, S.Pt., M.Si., IPM.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program

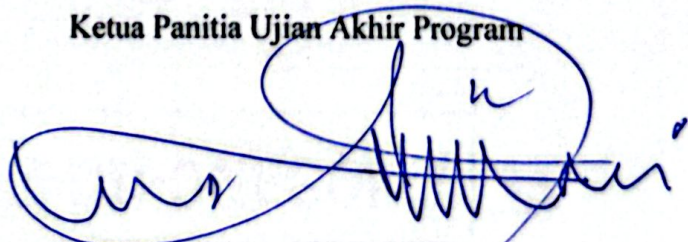


Ir. Rudy Hartanto, S.Pt., M.P.,
Ph.D., IPM.



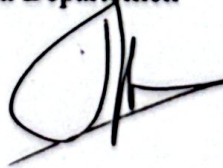
Dekan

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



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

Ketua Departemen



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

RINGKASAN

JEIHAN ARINA. 23010122140249. 2026. Pengaruh Pemberian Tepung Daun Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) terhadap Retensi Kalsium, Berat Cangkang dan Kadar Kalsium Telur Ayam KUB (Pembimbing : RINA MURYANI dan TEYSAR ADI SARJANA).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian tepung daun brokoli terhadap retensi kalsium, berat cangkang dan kadar kalsium cangkang telur pada ayam Kampung Unggul Balitbangtan (KUB) di Peternakan Ayam KUB milik bapak Haryanto di Desa Sawah Gondang, Sumowono Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Analisis kadar kalsium dilakukan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang pada bulan Oktober 2025 – Januari 2026.

Materi yang digunakan meliputi ayam KUB - 2 jenis Janaka Agrinak sebanyak 100 ekor yang terdiri dari 80 ekor betina dengan bobot badan rata – rata 1,541 kg/ekor dan 20 ekor jantan. Ayam dipelihara berumur 30 minggu dan diberi ransum perlakuan dengan penambahan tepung daun brokoli menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan masing – masing unit terdiri dari 1 ekor jantan dan 4 ekor betina. Perlakuan yang diterapkan meliputi T0 = 100% Pakan basal; T1 = 96% Pakan Basal + 4% Tepung Daun Brokoli; T2 = 92% Pakan basal + 8% Tepung Daun Brokoli; T3 = 88% Pakan basal + 12% Tepung Daun Brokoli. Parameter yang diamati meliputi retensi kalsium, berat cangkang telur dan kadar kalsium cangkang telur. Pengambilan data dilakukan dengan cara total koleksi ekskreta dan penambahan indikator merah (Fe_2O_3) pada hari ke 2 dan 4.

Data yang telah diperoleh dianalisis dengan *analysis of variance* (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan antar rerata perlakuan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian tepung daun brokoli memberikan perbedaan nyata ($P < 0,05$) meningkatkan retensi kalsium, dimulai dari perlakuan T1 sebesar 2,68 g dan berat cangkang, dengan nilai tertinggi pada perlakuan T2 sebesar 6,95 g. Namun, tidak terdapat perbedaan nyata ($P > 0,05$) pada kadar kalsium cangkang telur ayam (T0 69,37 g; T1 69,27 g; T2 70,93 g; T3 69,17 g).

Simpulan dari penelitian ini adalah pemberian tepung daun brokoli pada taraf 8% memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan retensi kalsium dan berat cangkang. Meskipun tidak meningkatkan kadar kalsium cangkang

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul “Pengaruh Pemberian Tepung Daun Brokoli (*Brassica Oleracea* var. *italica*) Terhadap Retensi Kalsium, Berat Kalsium Dan Kadar Kalsium Cangkang Telur pada Ayam KUB” tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan kerja praktik ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Rina Muryani, S.Pt., M.Si., selaku Dosen Pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan untuk penyusunan skripsi kepada penulis;
2. Ir. Teysar Adi Sarjana, S.Pt., M.Si., IPM., selaku Koordinator Laboratorium Produksi Ternak Unggas sekaligus pembimbing anggota yang telah banyak memberikan bimbingan kepada penulis;
3. Lilik Krismiyanto, S.Pt., M.Si. selaku dosen pembimbing lapangan yang turut serta membantu keberlangsungan penelitian dan pengolahan data;
4. Ir. Rudy Haryanto, S.Pt., M.P., Ph.D., IPM. selaku kepala program studi S-1 Peternakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro;
5. Daud Samsudewa, S.Pt., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan saran dan dukungan kepada penulis;
6. Bapak Rosyid dan Ibu Sri Hartini selaku orang tua penulis yang selalu supportif, sabar dan selalu meluangkan waktunya untuk memberikan doa, mendengarkan dan dukungan kepada penulis setiap harinya serta Kakak

Amali Rafie Firdaus yang berbesar hati meminjamkan laptopnya demi keberlangsungan skripsi ini, Fuad Zulzaki Muhammad dan Indah Rafika Nada selaku kakak – kakak ipar yang selalu memberikan doa serta dukungan kepada penulis;

7. Pakde Sutrisno sekeluarga dan Mas Bayu sekeluarga atas dukungan dan motivasinya;
8. Teman – teman Genk ‘bismillah kaya’, Genk ‘Ciwik Cihuy’ dan Lintang Valensita seperjuangan yang senantiasa membersamai penulis dalam susah dan senang serta telah membersamai dan mensupport penulis dalam keberlangsungan skripsi ini;
9. Kepada diri sendiri, terima kasih karena telah bertahan, tidak mudah menyerah di tengah revisi yang tiada henti, dan tetap kuat ditengah semua orang meragukan diri ini. Perjalanan ini merupakan bukti nyata dari kerja keras dan tekad yang kuat.

Penulis menyadari bahwa di dalam proses penyusunan Skripsi ini memiliki kekurangan baik teknis penulisan maupun materi sehingga penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun untuk perbaikan kedepannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak baik bagi penulis, bagi perusahaan ataupun bagi para pembaca umumnya.

Semarang, 01 Juli 2026

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Ayam Kampung Unggul Balitbangtan (KUB)	5
2.2. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Telur Ayam KUB	6
2.3. Potensi Tepung Daun Brokoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>)Sebagai Bahan Pakan Ternak.....	10
2.4. Retensi Kalsium.....	14
2.5. Berat Cangkang Telur.....	15
2.6. Kadar Kalsium Cangkang Telur	16
BAB III MATERI DAN METODE	17
3.1. Materi Penelitian.....	18
3.2. Metode Penelitian	19
3.3. Analisis Data.....	22
BAB IV HASIL PEMBAHASAN	24
4.1. Retensi Kalsium.....	25
4.2. Berat Cangkang Telur.....	27
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1. Simpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
RIWAYAT HIDUP.....	70

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Komposisi Karotenoid pada Tanaman Brokoli	9
2.	Formulasi Ransum Perlakuan.....	18
3.	Standar Pakan Ayam KUB – 2 Janaka.....	19
4.	Pemberian Tepung Daun Brokoli terhadap Retensi Kalsium ..	24
5.	Pemberian Tepung Daun Brokoli terhadap Berat Cangkang dan Kalsium Cangkang Telur.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Kandungan Nutrisi Tepung Daun Brokoli	40
2.	Konsumsi Pakan	41
3.	Konsumsi Kalsium	43
4.	Retensi Kalsium	45
5.	Perhitungan Statistik Pemberian Tepung Daun Brokoli Terhadap Retensi Kalsium	47
6.	Berat Cangkang Telur Ayam KUB	51
7.	Perhitungan Statistik Pemberian Tepung Daun Brokoli Terhadap Berat Cangkang	52
8.	Kadar Kalsium Cangkang Telur Ayam KUB	56
9.	Perhitungan Statistik Pemberian Tepung Daun Brokoli Terhadap Kadar Kalsium Cangkang Telur	57
10.	Kecernaan Protein	60
11.	Perhitungan Statistik Pemberian Tepung Daun Brokoli Terhadap Kecernaan Protein	62
12.	Data Pendukung : Kandungan Vitamin C, Vitamin K, Karotenoid dan Serat Kasar	66
13.	Perhitungan IOFC	67

BAB I

PENDAHULUAN

Usaha peternakan ayam kampung merupakan salah satu faktor strategis dalam penyediaan protein hewani bagi masyarakat. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kesadaran akan pentingnya gizi seimbang, kebutuhan akan produksi telur terus mengalami peningkatan (Thoyibah *et al.*, 2025). Salah satu usaha ternak ayam kampung petelur yang saat ini berkembang dan diminati adalah ayam KUB (Ayam Kampung Unggul Balitbangtan). Keunggulan dari indukan (*parent stock*) ayam KUB adalah memiliki sifat mengeram lebih pendek dengan daya tetas 84%, produksi telur tinggi yaitu ± 180 butir/tahun (Multazam *et al.*, 2026). Kualitas dan kandungan gizi telur sangat dipengaruhi oleh pakan yang diberikan.

Salah satu alternatif bahan pakan yang berpotensi digunakan adalah daun brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Daun brokoli mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, vitamin K, dan β -Karoten yang tinggi (Paryati *et al.*, 2021). Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) banyak dibudidayakan di Indonesia dengan luasan tanam sekitar 14.435 ha dan produksi mencapai 1.825.622.73 kuintal (Cahyarani *et al.*, 2024). Tanaman brokoli terdiri atas 47% daun yang merupakan bagian terbesar tanaman, sedangkan bagian lainnya terdiri atas 21% batang, 17% akar, dan 15% bunga kecil (Liu *et al.*, 2018).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bahan pakan alternatif dari limbah hortikultura dapat meningkatkan performa produksi unggas, khususnya kualitas

telur. Flavonoid berperan sebagai antioksidan yang mendukung optimalisasi penyerapan kalsium (Widiasriani *et al.*, 2024). Vitamin K membantu proses pengikatan dan deposisi kalsium pada matriks cangkang telur saat pembentukan cangkang di uterus. Sementara itu, glukosinolat dalam kadar rendah dapat mendukung kesehatan saluran pencernaan dan metabolisme tubuh, sehingga retensi serta pemanfaatan mineral, terutama kalsium, menjadi lebih efisien (Hajar *et al.*, 2021). Pemberian bahan pakan dengan kalsium alami dan senyawa fungsional ini mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan mineral sehingga berdampak positif pada pembentukan dan kekuatan cangkang telur (Santia *et al.*, 2019).

Kualitas cangkang telur merupakan aspek penting karena berkaitan dengan tingkat kerusakan, daya simpan, dan nilai ekonomi, serta dapat dipengaruhi oleh infeksi bakteri seperti *Salmonella sp.* akibat salmonellosis pada induk (Fatayati *et al.*, 2023). Salah satu faktor utama yang menentukan kualitas cangkang adalah ketersediaan dan pemanfaatan kalsium dalam tubuh ayam, di mana ketidakefisienan retensi kalsium dapat menurunkan berat dan kadar kalsium cangkang telur. Oleh karena itu, kecukupan nutrisi dalam ransum serta kemampuan ayam dalam menyerap dan memanfaatkan kalsium sangat berpengaruh terhadap kualitas cangkang, terutama pada ayam petelur yang membutuhkan kalsium dalam jumlah besar (Palupi *et al.*, 2022).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemberian tepung daun brokoli dalam ransum unggas berpotensi meningkatkan pemanfaatan kalsium dan kualitas cangkang telur, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif pada ayam KUB. Pemberian tepung daun brokoli mampu meningkatkan pemanfaatan

mineral, terutama kalsium, melalui kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, vitamin K, dan β -karoten yang berperan dalam metabolisme mineral dan pembentukan cangkang telur (Liu *et al.*, 2018). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa senyawa antioksidan pada daun brokoli mampu menjaga kesehatan saluran pencernaan dan meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi, sehingga retensi kalsium dalam tubuh menjadi lebih optimal (Li *et al.*, 2022).

Selain itu, daun brokoli mengandung vitamin K yang berperan dalam aktivasi protein pengikat kalsium sehingga mendukung metabolisme dan pemanfaatan kalsium dalam tubuh ayam. Kalsium yang diserap dari saluran pencernaan kemudian diedarkan melalui aliran darah menuju kelenjar kerabang (shell gland) untuk dideposisikan ke dalam matriks organik cangkang (Sinclair-Black *et al.*, 2023). Proses deposisi kalsium yang berlangsung secara optimal akan meningkatkan pemanfaatan kalsium oleh tubuh, sehingga berat cangkang dan kadar kalsium cangkang telur dapat meningkat serta menghasilkan cangkang yang lebih berkualitas.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian tepung daun brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) dalam pakan terhadap retensi kalsium, berat cangkang, dan kadar kalsium cangkang telur ayam KUB. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pemanfaatan tepung daun brokoli sebagai bahan pakan alternatif untuk meningkatkan pemanfaatan kalsium dan kualitas cangkang telur, serta menjadi salah satu upaya pemanfaatan limbah hortikultura yang bernilai tambah. Hipotesis penelitian ini adalah pemberian

tepung daun brokoli dalam ransum ayam KUB berpengaruh terhadap retensi kalsium, berat cangkang, dan kadar kalsium cangkang telur ayam KUB.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ayam Kampung Unggul Balitbangtan (KUB)

Ayam Kampung Unggul Balitbangtan (KUB) merupakan hasil seleksi ayam lokal Indonesia yang memiliki keunggulan dalam produktivitas telur, efisiensi pakan, dan adaptasi terhadap lingkungan tropis. Ayam KUB memiliki potensi umur saat pertama bertelur yaitu 20-22 minggu dengan bobot telur sampai 45 gram/butir, produksi telur 160-180 butir/tahun dengan konsumsi pakan ideal 80 - 85 gram (Multazam *et al.*, 2026). Memiliki sifat mengeram 10% dari total produksi (Hidayah *et al.*, 2019). Secara morfologi, Ayam KUB memiliki ukuran tubuh sedang dengan postur tegap dan proporsional, warna bulu bervariasi, mulai dari cokelat, hitam, putih, hingga lurik atau belang. Jengger ayam KUB berbentuk tunggal, berwarna merah cerah, cuping telinga berwarna merah hingga kemerahan pucat, sedangkan pial berkembang dengan baik terutama pada ayam jantan (Fikri *et al.*, 2025). Ayam KUB memiliki performa pertumbuhan yang cukup baik serta mampu menyesuaikan diri pada berbagai sistem pemeliharaan. Walaupun termasuk ayam tipe dwiguna, ayam KUB lebih banyak dimanfaatkan sebagai ayam petelur karena memiliki produktivitas telur yang lebih tinggi dibandingkan ayam kampung biasa.

Ayam KUB dikembangkan oleh Balai Penelitian Ternak (Balitnak) melalui program seleksi berkelanjutan pada ayam kampung lokal. Ayam kampung unggul merupakan ternak yang mudah diusahakan dan memiliki potensi yang dapat

dikembangkan untuk meningkatkan pendapatan keluarga petani peternak (Nelwida *et al.*, 2025). Ayam KUB sudah dilepas pemerintah sebagai ayam unggulan Balitnak sejak Tahun 2009 (Prawiranegara dan Mulijanti, 2020). Tujuan utama pengembangan ayam KUB adalah meningkatkan produktivitas telur ayam lokal tanpa menghilangkan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan tropis (Reski *et al.*, 2025). Ayam KUB memiliki keunggulan berupa produksi telur yang lebih tinggi, sifat mengeram yang rendah, serta efisiensi pemanfaatan pakan yang lebih baik dibandingkan ayam kampung biasa.

2.2 Daun Brokoli

Daun brokoli (*Brassica oleracea var. italica.*) merupakan bagian dari tanaman brokoli yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif karena mengandung berbagai nutrien dan senyawa bioaktif. Tanaman brokoli berasal dari daerah dataran tinggi / subtropis dan banyak dibudidayakan di berbagai negara Eropa maupun Asia. Daun Brokoli tumbuh optimal pada suhu relatif rendah sehingga cocok dibudidayakan di daerah beriklim sejuk (Gafari *et al.*, 2015). Kumpulan bunga pada brokoli tersusun rapat membentuk kepala bunga yang bulat dengan warna hijau tua, hijau kebiruan, kuning, atau putih, serta memiliki diameter sekitar 15–20 cm atau bahkan lebih. Secara morfologis, tanaman brokoli memiliki kemiripan dengan kubis bunga (Fatharani *et al.*, 2017). Bagian yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan adalah kepala bunga yang terbentuk dari kumpulan kuntum bunga kecil dengan tangkai yang tebal dan berdaging. Warna kepala bunga pada brokoli bervariasi sesuai varietas, seperti hijau, hijau muda, putih, dan ungu. Setelah

bunga utama dipanen, bunga samping berukuran lebih kecil dapat tumbuh pada bagian ketiak daun. Dengan demikian, baik bunga utama maupun bunga samping beserta tangkainya yang berdaging merupakan bagian brokoli yang umum dikonsumsi.

Taksonomi tanaman brokoli sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)
 Subkingdom : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)
 Super Divisi : *Spermatophyta* (Menghasilkan biji)
 Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)
 Kelas : *Magnoliopsida* (berkeping dua / dikotil)
 Sub Kelas : *Dilleniidae*
 Ordo : *Capparales*
 Famili : *Brassicaceae* (suku sawi-sawian)
 Genus : *Brassica*
 Spesies : *Brassica oleracea* var. *italica* (Handayani *et al.*, 2022)

Tanaman brokoli terdiri atas beberapa bagian, yaitu daun, batang, akar, dan kuntum bunga. Proporsi terbesar tanaman brokoli adalah daun sebesar 47%, sedangkan kuntum bunga hanya sekitar 15% dari total biomassa tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa daun brokoli merupakan hasil samping pertanian yang jumlahnya melimpah dan berpotensi dimanfaatkan lebih lanjut (Haruna *et al.*, 2025).

Daun brokoli mengandung berbagai zat gizi seperti protein, kalsium, vitamin, serta senyawa bioaktif. Menurut Liu *et al.* (2018), daun brokoli memiliki

kandungan karotenoid, klorofil, vitamin E dan K, kandungan fenolik total, serta aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan bagian tanaman lainnya. Selain itu, daun brokoli juga merupakan sumber kalsium dan mangan yang cukup baik. Penelitian Hu *et al.* (2012) menunjukkan bahwa daun dan batang brokoli memiliki kandungan protein dan kalsium yang relatif tinggi.

Selain kandungan nutrisi, daun brokoli juga mengandung senyawa glukosinolat dan turunannya, seperti sulforaphane. Sulforaphane merupakan senyawa bioaktif golongan isothiocyanate yang terbentuk dari hidrolisis glukorafanin. Senyawa ini diketahui memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba (Handayani *et al.*, 2022). Daun brokoli juga mengandung karotenoid seperti lutein dan β -karoten yang berfungsi sebagai antioksidan dan provitamin A (Peña, 2020).

Kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif tersebut menunjukkan bahwa daun brokoli berpotensi digunakan sebagai bahan pakan alternatif untuk mendukung performa dan kesehatan ternak. Pada konsentrasi rendah, glukosinolat dapat berperan sebagai antioksidan. Namun, pada konsentrasi tinggi senyawa ini dapat bersifat antinutrisi dan menurunkan produktivitas unggas (Jayanegara *et al.*, 2023). Kandungan glukosinolat pada daun brokoli masih berada di bawah batas yang merugikan bagi unggas sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif (Hajar *et al.*, 2021).

Penelitian Mengpei *et al.* (2018) mengenai kandungan fitonutrient pada brokoli berdasarkan tanaman (daun, batang, dan bunga) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Karotenoid pada Tanaman Brokoli

Tissue	Karotenoid			Klorofil		
	β karoten	Lutein	Total	Klorofil a	Klorofil b	Total
Floret	$30,6 \pm 4,6^b$	$85,5 \pm 8,3^b$	181,0	$852,1 \pm 105,5^b$	$134,6 \pm 14,3^b$	986,7
Stem	$0,0^c$	$10,8 \pm 9,5^c$	15,6	$143,7 \pm 51,6^c$	$22,2 \pm 9,2^c$	165,8
Leaf	$248,4 \pm 28,9^a$	$484,1 \pm 33,2^a$	1095,0	$4477,9 \pm 408,6^a$	$780,9 \pm 56,3^a$	5258,8

Keterangan : ^{a,b,c} Superskrip pada kolom berbeda menunjukkan perbedaan antarperlakuan

Konsentrasi karotenoid pada berbagai jaringan tanaman brokoli berbeda-beda sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Data menunjukkan bahwa daun brokoli memiliki konsentrasi karotenoid paling tinggi, terutama β -karoten, dibandingkan batang dan bunga (Peña *et al.*, 2023). β -karoten berfungsi sebagai provitamin A dan antioksidan yang mampu menetralkan radikal bebas hasil metabolisme tubuh (Putri *et al.*, 2022). Aktivitas antioksidan tersebut membantu menurunkan stres oksidatif sehingga kesehatan sel dan proses metabolisme nutrisi dapat berlangsung lebih optimal.

Selain karotenoid, daun brokoli juga mengandung glukosinolat, yaitu metabolit sekunder mengandung sulfur yang umum ditemukan pada tanaman famili *Brassicaceae*. Pada konsentrasi rendah, hasil hidrolisis glukosinolat dapat berperan sebagai antioksidan. Namun, pada konsentrasi tinggi senyawa ini dapat bersifat antinutrisi dan menurunkan produktivitas unggas, terutama ayam petelur (Jayanegara *et al.*, 2023). Glukosinolat dapat menghambat penyerapan yodium oleh kelenjar tiroid sehingga menyebabkan gangguan metabolisme, penurunan

konsumsi pakan, pertumbuhan terhambat, dan penurunan produksi telur (Tripathi dan Mishra, 2007).

Kandungan glukosinolat pada batang dan daun brokoli masing-masing sebesar 7,45 $\mu\text{mol/g}$ dan 10,08 $\mu\text{mol/g}$ berat kering (Liu *et al.*, 2018). Menurut Hu *et al.* (2011), peningkatan level tepung batang dan daun brokoli dalam ransum menyebabkan peningkatan kandungan glukosinolat pakan.

Efek negatif glukosinolat, dapat dikurangi dengan proses detoksifikasi melalui pemanasan, fermentasi, ekstrusi, maupun perendaman mineral sebelum bahan diberikan kepada ternak (Jayanegara *et al.*, 2023). Selain itu, glukosinolat bersifat larut air sehingga kandungannya dapat menurun selama proses pemasakan akibat terjadinya lisis sel tanaman (Hajar *et al.*, 2021).

2.3 Manfaat Daun Brokoli

Daun brokoli (*Brassica oleracea var. italica*) merupakan hasil samping pertanian yang memiliki potensi besar sebagai bahan pakan alternatif karena kaya akan nutrisi dan senyawa bioaktif. Kandungan vitamin, mineral, antioksidan, dan pigmen alami pada daun brokoli menjadikannya bahan pakan yang berpotensi mendukung performa produksi, kesehatan, serta kualitas produk ternak. Pada sektor pangan manusia, daun brokoli diketahui mengandung vitamin C, vitamin E, kalsium, serta berbagai senyawa fitokimia antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Handayani *et al.*, 2022). Kandungan antioksidan tersebut berperan dalam menjaga kesehatan metabolik dan sistem kardiovaskular (Liu *et al.*, 2018). Selain itu, senyawa antioksidan pada daun brokoli juga mampu menangkal

radikal bebas sehingga dapat membantu mengurangi kerusakan oksidatif dalam tubuh (Paryati *et al.*, 2021).

Daun brokoli telah banyak diteliti sebagai bahan baku pakan alternatif karena mengandung protein kasar sebesar 14–23%, serat kasar sekitar 22%, serta pigmen karotenoid yang bermanfaat bagi unggas (Hu *et al.*, 2011). Kandungan karotenoid terutama lutein dan β -karoten diketahui mampu meningkatkan pigmentasi kuning telur sehingga warna kuning telur menjadi lebih intens. Selain itu, suplementasi karotenoid dalam pakan ayam petelur dapat meningkatkan performa produksi, kualitas telur, dan sistem imunitas unggas (Yunitasari *et al.*, 2023). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa batang dan daun brokoli dapat diolah menjadi tepung dan digunakan sebagai bahan tambahan pakan unggas untuk meningkatkan kualitas nutrisi telur serta memperdalam warna kuning telur (Pedroza, 2018). Kandungan bioaktif pada daun brokoli juga berpotensi memengaruhi sistem reproduksi unggas melalui peningkatan kualitas telur, fertilitas, perkembangan embrio, dan daya tetas.

Karotenoid dalam daun brokoli berfungsi sebagai antioksidan yang mampu melindungi sel tubuh dari kerusakan oksidatif (Juliastuti *et al.*, 2021). Pada unggas, antioksidan sangat penting karena sel telur (oosit) rentan mengalami stres oksidatif yang dapat menurunkan fertilitas (Liu *et al.*, 2018). Aktivitas antioksidan membantu menjaga integritas sel reproduksi sehingga proses ovulasi dan pembentukan telur dapat berlangsung lebih optimal.

Penelitian Hu *et al.* (2011) menunjukkan bahwa pemberian tepung daun brokoli pada ayam petelur mampu meningkatkan kualitas kuning telur melalui

peningkatan pigmen alami dan penurunan kadar kolesterol telur. Kandungan bioaktif seperti lutein, β -karoten, dan vitamin C pada daun brokoli juga berperan dalam menjaga fungsi ovarium dan mendukung ovulasi sehingga berpotensi meningkatkan fertilitas serta menghasilkan embrio yang lebih sehat (Handayani *et al.*, 2022).

Kandungan antioksidan daun brokoli berperan dalam perkembangan embrio dan daya tetas telur melalui deposisi nutrien dan karotenoid ke dalam kuning telur. Pedroza (2018) melaporkan bahwa pemberian tepung daun brokoli dapat meningkatkan kandungan nutrien esensial telur yang penting bagi perkembangan embrio. Karotenoid sebagai antioksidan larut lemak juga mampu melindungi jaringan embrio dari kerusakan akibat radikal bebas selama proses inkubasi (Karadas *et al.*, 2005).

Karotenoid yang berasal dari induk tidak hanya berperan selama perkembangan embrio, tetapi juga mendukung sistem imun anak ayam setelah menetas (Karadas *et al.*, 2005). Beberapa karotenoid, seperti β -karoten, berfungsi sebagai provitamin A yang berperan dalam perkembangan organ reproduksi, fertilitas, daya tetas, dan viabilitas embrio (Mahfudin dan Prabewi, 2023). Suplementasi β -karoten pada induk juga dilaporkan mampu meningkatkan daya tetas telur dan ketahanan keturunan terhadap stres oksidatif (Putri *et al.*, 2022).

Aktivitas antioksidan pada daun brokoli juga berhubungan dengan peningkatan kualitas cangkang telur. Peningkatan aktivitas enzim antioksidan seperti superoxide dismutase (SOD) dan penurunan kadar malondialdehyde (MDA) menunjukkan meningkatnya kapasitas antioksidan dan menurunnya stres oksidatif

pada ayam KUB (Noho *et al.*, 2024). Kondisi tersebut mendukung optimalisasi penyerapan dan pemanfaatan kalsium dalam tubuh. Pemanfaatan kalsium yang lebih optimal berpengaruh terhadap proses mineralisasi cangkang telur sehingga dapat meningkatkan berat cangkang dan kadar kalsium cangkang telur (Pasquariello *et al.*, 2022). Dengan demikian, kandungan antioksidan dan senyawa bioaktif pada daun brokoli berpotensi mendukung pembentukan cangkang telur yang lebih baik melalui peningkatan retensi kalsium.

Penelitian mengenai penggunaan tepung daun dan batang brokoli dalam pakan unggas telah banyak dilakukan. Hu *et al.* (2012) melaporkan bahwa pemberian tepung daun brokoli dengan taraf 0%, 4%, 8%, dan 12% sebagai pengganti sebagian jagung dan bungkil kedelai selama 42 hari tidak memberikan pengaruh negatif terhadap performa pertumbuhan ayam. Penelitian lain menunjukkan bahwa penambahan kuntum brokoli kering pada level sedang, yaitu 3–6%, mampu meningkatkan pertumbuhan ayam broiler tanpa menimbulkan efek negatif terhadap daya cerna dan retensi nutrisi. Namun, penggunaan pada level tinggi, yaitu 9%, dapat menurunkan daya cerna nutrisi pada saluran pencernaan unggas (Mustafa, 2016).

Hua *et al.* (2012) juga melaporkan bahwa suplementasi tepung batang dan daun brokoli sebesar 30, 60, dan 90 g/kg pakan pada ayam petelur mampu meningkatkan kualitas telur melalui peningkatan pigmentasi kuning telur dan penurunan kadar kolesterol kuning telur. Kandungan glukosinolat pada perlakuan tersebut masih berada di bawah batas toleransi unggas sehingga tidak menimbulkan efek negatif terhadap produksi telur. Pedroza (2018) menyatakan bahwa

penggunaan tepung batang dan daun brokoli tidak memberikan pengaruh buruk terhadap produksi telur dan justru dapat meningkatkan kualitas telur. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dalam pakan unggas lebih banyak difokuskan pada performa produksi broiler, seperti konsumsi pakan, penambahan bobot badan, dan feed conversion ratio pada level penggunaan 5–20% dalam ransum.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemanfaatan tepung daun brokoli maupun limbah sayur dalam pakan unggas umumnya lebih banyak difokuskan pada performa produksi, seperti konsumsi pakan, penambahan bobot badan, feed conversion ratio, kualitas kuning telur, dan produksi telur. Namun, penelitian mengenai pengaruh tepung daun brokoli terhadap metabolisme mineral, khususnya retensi kalsium, berat cangkang, dan kadar kalsium cangkang telur pada ayam KUB masih terbatas.

2.4 Retensi Kalsium

Retensi kalsium merupakan kemampuan tubuh ayam dalam menyerap dan memanfaatkan kalsium dari pakan. Kalsium yang diretensi adalah kalsium yang berhasil diserap dan digunakan oleh tubuh. Retensi kalsium dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kualitas protein ransum, keseimbangan kalsium dan fosfor, vitamin D3, umur ayam, fase produksi, serta bentuk dan ukuran partikel kalsium (Binowo dan Mutia, 2024). Vitamin D3 berperan dalam meningkatkan penyerapan kalsium di usus, sedangkan ketidakseimbangan rasio Ca:P dapat menurunkan efisiensi retensi kalsium. Sebelum pembentukan cangkang telur, kalsium tidak

disimpan di uterus, tetapi berada dalam plasma darah dalam bentuk ion kalsium. Retensi kalsium yang optimal berperan penting dalam pembentukan cangkang telur serta menjaga kesehatan tulang ayam agar tidak terjadi osteoporosis akibat mobilisasi kalsium tulang secara berlebihan (Krismiyo *et al.*, 2022).

2.5 Berat Cangkang Telur

Berat cangkang telur merupakan bobot cangkang setelah dipisahkan dari putih dan kuning telur. Berat cangkang dipengaruhi oleh proses mineralisasi, terutama deposisi kalsium karbonat selama pembentukan kerabang telur. Kualitas cangkang telur ayam KUB umumnya memiliki ketebalan sekitar 0,30–0,35 mm yang cukup kuat melindungi embrio sekaligus mendukung pertukaran gas selama inkubasi (Handarini dan Haryanto, 2023). Faktor yang memengaruhi berat dan kualitas cangkang meliputi ketersediaan kalsium dan fosfor dalam pakan, peran vitamin D3, umur ayam, serta kondisi lingkungan pemeliharaan (Fikri *et al.*, 2025). Bertambahnya umur ayam umumnya menyebabkan kualitas cangkang menurun sehingga cangkang menjadi lebih tipis dan rapuh (Dillon, 2025).

2.6 Kadar Kalsium Cangkang

Cangkang telur sebagian besar tersusun atas kalsium karbonat (CaCO_3), yaitu sekitar 98,2% dari total komponen cangkang, dengan kandungan kadar kalsium sekitar 30% - 40% dari bobot cangkang (Arianto *et al.*, 2022). Kalsium merupakan mineral utama penyusun kerabang telur yang berperan dalam memberikan kekuatan, ketahanan, dan perlindungan terhadap isi telur. Kadar kalsium cangkang

menjadi salah satu indikator penting kualitas telur karena kandungan kalsium yang optimal akan menghasilkan cangkang yang lebih kuat, tebal, dan tahan terhadap keretakan selama penyimpanan maupun transportasi. Kandungan kalsium cangkang dipengaruhi oleh ketersediaan mineral dalam ransum, kemampuan absorpsi kalsium, serta metabolisme mineral dalam tubuh ayam. Pemberian ransum dengan kandungan kalsium sekitar 3,5–4% dilaporkan mampu menghasilkan telur ayam KUB dengan kualitas kerabang yang baik dan kadar kalsium cangkang yang optimal (Mulyati *et al.*, 2025).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian mengenai pengaruh pemberian tepung daun brokoli terhadap retensi kalsium, berat cangkang dan kadar kalsium cangkang telur ayam KUB dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 – Januari 2026 di peternakan ayam KUB milik bapak Haryanto yang terletak di Desa Sawah Gondang, Sumowono Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Daun brokoli berasal dari tanaman brokoli di wilayah Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang. Pembuatan tepung daun brokoli dilakukan di Laboratorium Pasca Panen Balai Penerapan Modernisasi Pertanian Jawa Tengah, pengujian analisis proksimat di Laboratorium Nutrisi Pakan Ternak Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro dan di Laboratorium Kimia Balai Penerapan Modernisasi Pertanian Jawa Tengah.

3.1 Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan ayam KUB - 2 jenis Janaka Agrinak indukan berumur lebih dari 25 minggu sebanyak 100 ekor terdiri dari 80 ekor betina bobot rata – rata 1,541 kg/ekor dan 20 ekor jantan. Perbandingan jumlah ayam yaitu 1 jantan dan 4 betina. Kandang percobaan berupa kandang postal lantai tanah dan sekam sebanyak 20 petak masing-masing berukuran 200 cm x 120 cm masing masing petak dilengkapi tempat pakan dan minum yang terpisah. Kemudian persiapan peralatan berupa tempat penampungan feses dan penampungan telur (*egg tray*), alat semprot kandang, termohigrometer, timbangan elektrik, disinfektan dan

vaksin. peralatan tulis dan kertas untuk mencatat. Bahan yang digunakan selama pelaksanaan penelitian yaitu tepung daun brokoli berasal dari petani brokoli di Kecamatan Ngablak, kabupaten Magelang.

Tabel 2. Formulasi Ransum Perlakuan

Bahan Pakan	T0	T1	T2	T3
	------(%)-----			
Jagung Giling	49,14	47,18	45,18	44,00
Bekatul	15,00	15,00	15,00	14,18
Bungkil kedelai	18,04	17,00	16,00	15,00
Tepung daun brokoli	0,00	4,00	8,00	12,00
MBM	10,00	9,00	8,00	7,00
Tepung kapur (CaCO_3)	5,00	5,00	5,00	5,00
Minyak sawit	2,00	2,00	2,00	2,00
Garam dapur	0,50	0,50	0,50	0,50
Mineral premix	0,30	0,30	0,30	0,30
Methionine	0,02	0,02	0,02	0,02
Total (g)	100	100	100	100
Kandungan Nutrisi				
Kadar air (%) ^a	8,67	9,10	8,80	8,97
Kadar abu (%) ^a	1,29	1,10	0,30	0,40
Protein Kasar (%) ^a	18,00	18,00	18,02	18,14
Lemak Kasar (%) ^a	2,60	1,89	1,60	2,50
Serat Kasar (%) ^a	3,00	3,39	3,80	3,99
Kalsium (%) ^b	3,01	3,03	3,05	3,07
Fosfor (%) ^b	0,40	0,45	0,40	0,40
Energi Metabolisme Kkal/kg ^c	2.761,08	2.745,47	2.729,48	2.719,23
Total karoten (mg/kg) ^d	0,08	80,79	161,35	193,50

Keterangan : a) Data pengujian analisis proksimat di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro;

b) Data pengujian dari Laboratorium Kimia Balai Penerapan Modernisasi Pertanian Jawa Tengah;

c) Energi metabolis berdasarkan rumus Bolton = $40,81[0,87(\text{CP}+2,25\text{xCF}+\text{BETN}) + 2,5]$ (Bolton, 1967)

d) Data pengujian total karoten di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gajah Mada;

Tabel 3. Standar Pakan Ayam KUB - 2 Janaka

Syarat Mutu	SNI Pakan Ayam Buras	SNI Pakan Ayam Buras
	Starter	Layer
Air maks (%)	14	13
Abu maks (%)	8	14
PK min (%)	19	16
SK maks (%)	7	8
LK min (%)	3	2,50
Ca (%)	0,8- 1,2	2,5- 4,00
P min (%)	0,6- 1,0	0,5
ME min (Kkal/kg)	2900	2500

Sumber: Direktorat Pakan, (2023) dan Malik *et al.* (2024)

3.2 Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga terdapat 20 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari ayam KUB Jantan 1 ekor dan betina 4 ekor. Perlakuan yang diterapkan yaitu sebagai berikut:

T0 = 100 % Pakan basal

T1 = 96 % Pakan basal + 4 % Tepung Daun Brokoli

T2 = 92 % Pakan basal + 8 % Tepung Daun Brokoli

T3 = 88 % Pakan basal + 12 % Tepung Daun Brokoli

3.2.1 Pelaksanaan penelitian

Tahap persiapan diawali dengan pembuatan bahan perlakuan yaitu tepung daun brokoli. Daun brokoli dicuci bersih kemudian dipotong dan dimasukkan ke dalam oven pengering dengan suhu maksimal 50°C selama 6 - 8 jam. Daun brokoli yang telah kering dihaluskan dengan alat penggiling sampai menjadi tepung. Daun brokoli yang telah digiling kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam wadah

kering. Pembuatan ransum ayam dilakukan dengan menyiapkan seluruh bahan ransum sesuai formulasi ransum yang telah ditentukan melalui metode trial and error, yaitu jagung giling, bekatul, bungkil kedelai, tepung daun brokoli, *Meat and Bone Meal* (MBM), CaCO_3 /tepung kapur, minyak sawit, garam dapur, mineral premix, dan methionine.

Semua bahan ditimbang menggunakan timbangan digital sesuai kebutuhan masing-masing komponen dalam tabel formulasi (Tabel 2). Setelah semua bahan siap, bahan kering seperti jagung giling, bekatul, bungkil kedelai, tepung daun brokoli, MBM, tepung kapur, garam, methionine dan premix dicampurkan secara merata di alat mixing ransum. Selanjutnya, minyak sawit ditambahkan sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga seluruh bahan tercampur homogen. Tahap selanjutnya persiapan kandang meliputi pembersihan dan desinfeksi kandang dan peralatan lainnya. Peralatan kandang dicuci hingga bersih menggunakan sabun deterjen dan desinfeksi untuk menghilangkan kotoran yang tersisa dan untuk membunuh bakteri patogen yang tertinggal pada pemeliharaan sebelumnya.

3.2.2 Tahap pemeliharaan

Tahap pelaksanaan dilakukan dengan ayam KUB umur 30 minggu dipelihara di kandang postal lantai tanah dan sekam sebanyak 20 petak masing-masing berukuran 200 cm x 120 cm kemudian dipindah ke kandang baterai berukuran 20 cm x 30 cm pada saat minggu ke 4. Tahap pertama yaitu dengan mengelompokkan ayam dengan bobot seragam menggunakan nilai koefisien keragaman (CV) dan diperoleh hasil bobot ayam betina sebesar 7,48% dan bobot ayam jantan sebesar 9,73% yang menunjukkan bobot

seragam (<10%) dan diberi ransum sesuai dengan perlakuan yaitu 100% ransum basal, penggunaan 4% tepung daun brokoli, penggunaan 8% tepung daun brokoli, dan penggunaan 12% tepung daun brokoli. Pemberian ransum diberikan 70 gram pada pagi hari dan 30 gram pada sore hari. Pemberian minum dilakukan secara *ad libitum*. Pemeliharaan dilakukan selama 21 hari dan pengamatan data produksi telur yang dihasilkan setiap hari selama 21 hari pada akhir pemeliharaan dilakukan pengamatan total koleksi untuk memperoleh data pencernaan protein dan energi metabolis.

Tahap kedua yaitu total koleksi selama 4 hari yang dilakukan dengan mempersiapkan kandang baterai sebanyak 20 unit. Setiap kandang diisi satu ekor ayam betina sesuai dengan perlakuan. Pemberian ransum dilakukan sesuai perlakuan dan diberi indikator Fe_2O_3 pada hari pertama dan terakhir sebagai penanda awal dan akhir koleksi ekskreta. ekskreta yang keluar ditampung selama 1 hari dan disemprotkan HCl (0,2 N) setiap 2 jam sekali. Pemberian. Ekskreta yang terkumpul kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di ruangan terbuka, kemudian dihaluskan menggunakan mortar untuk memperoleh sampel yang homogen. Sampel ekskreta tersebut selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis guna menentukan nilai pencernaan protein dan energi metabolisme dari masing-masing perlakuan.

3.2.3 Parameter penelitian

Parameter penelitian meliputi retensi kalsium, berat cangkang dan kadar kalsium cangkang telur. Produksi telur harian diperoleh dari melakukan pengambilan data telur yang dihasilkan pada periode penelitian. Retensi kalsium

dilakukan dengan total koleksi ekskreta dan dilakukan uji retensi kalsium dan kadar kalsium (Uji AAS) dan uji berat cangkang di laboratorium.

Tahap pengambilan data meliputi retensi kalsium, berat cangkang dan kadar kalsium cangkang telur

a. Retensi Kalsium :

Mengacu pada penelitian (Krismiyanto *et al.*, 2022) bahwa retensi kalsium dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Retensi Kalsium} = \frac{\text{Konsumsi Ca (g)} - \text{Jumlah Ca ekskreta (g)}}{\text{Konsumsi Ca (g)}} \times 100$$

b. Berat Cangkang

Mengacu pada penelitian (Qurniawan *et al.*, 2024) bahwa berat cangkang yang telah dipisahkan dari kuning telur dan putih telur, kemudian di keringkan lalu ditimbang untuk memperoleh berat cangkangnya.

c. Kadar Kalsium Cangkang Telur

Analisis kadar kalsium cangkang telur mengacu pada buku AOAC International (2019) bahwa cangkang telur dibersihkan, dikeringkan, dihaluskan, kemudian dipreparasi sesuai prosedur analisis mineral.

3.3 Analisis Data

Data hasil pengamatan pada percobaan dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5%, untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui

perbedaan antar perlakuan. Model Linier dari Rancangan Acak Lengkap yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

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

μ = Nilai tengah umum (rata – rata) hasil pengamatan

τ_i = Pengaruh perlakuan pemberian tepung daun brokoli ke-i

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan yang memperoleh perlakuan ke-i dan ulangan ke- j.

Hipotesis yang diuji:

$H_0 : \tau_i = 0$; Tidak terdapat Pengaruh pemberian tepung daun brokoli kualitas telur ayam KUB.

$H_1: \tau_i \neq 0$ Terdapat Pengaruh pemberian tepung daun brokoli kualitas telur ayam KUB.

Ketentuan pengambilan keputusan dengan taraf signifikan 5% :

- Jika $F \text{ hitung} \leq F_{\alpha(0,05)}$ artinya perlakuan tidak berpengaruh nyata (*non significant*), terima H_0 dan tolak H_1 .
- Jika $F \text{ hitung} > F_{\alpha(0,05)}$ artinya perlakuan berpengaruh nyata (*significant*), tolak H_0 dan terima H_1 , dilanjutkan uji berganda Duncan.