

**DAYA IKAT AIR, SUSUT MASAK DAN *HARDNESS* PADA PUYUH
JANTAN DENGAN PEMBERIAN MULTIEENZIM DAN SPIRULINA PADA
RANSUM KOMERSIL YANG DISUBSTITUSI DEDAK**

Skripsi

Oleh

**Oza Bhakti Pratama
2214241031**



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2026

ABSTRAK

DAYA IKAT AIR, SUSUT MASAK DAN *HARDNESS* PADA PUYUH JANTAN DENGAN PEMBERIAN MULTIENTZIM DAN SPIRULINA PADA RANSUM KOMERSIL YANG DISUBSTITUSI DEDAK

Oleh

Oza Bhakti Pratama

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan multienzim dan spirulina terhadap daya ikat air, susut masak dan *hardness* pada puyuh jantan yang diberi ransum komersil substitusi dengan dedak. Penelitian dilaksanakan pada September--Oktober 2025, di Rumah Puyuh Mandiri, Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung. Desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Masing-masing ulangan terdiri atas 10 ekor dengan total 200 ekor menggunakan puyuh jantan. Perlakuan yang diberikan yaitu P0: ransum basal, P1: ransum basal + multienzim 0,0001 g/kg, P2: ransum basal + spirulina 0,5%, P3: ransum basal + spirulina 0,5% + multienzim 0,0001 g/kg. Data dianalisis dengan *Analysis of Variance* (Anova) dan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan multienzim dan spirulina pada ransum berpengaruh nyata ($P < 0,05$) dalam performa daya ikat air, namun tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap susut masak dan *hardness*. Perlakuan dengan suplementasi multienzim, spirulina, maupun kombinasi keduanya menghasilkan nilai daya ikat air yang sama baiknya dan lebih tinggi dibandingkan kontrol.

Kata kunci: Kualitas daging, multienzim, puyuh jantan, spirulina

ABSTRACT

WATER HOLDING CAPACITY, COOKING LOSS, AND HARDNESS OF MALE QUAILS SUPPLEMENTED WITH MULTIENTZYMES AND SPIRULINA IN A COMMERCIAL DIET WITH RICE BRAN SUBSTITUTION

By

Oza Bhakti Pratama

This study aimed to determine the effect of multienzyme and spirulina supplementation on water holding capacity, cooking loss, and hardness of male quail fed a commercial ration substitution with rice bran. The research was conducted from September to October 2025 at Rumah Puyuh Mandiri, Kemiling District, Bandar Lampung City. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments with five replications. Each replicate comprised 10 birds, with a total of 200 male quails utilized in this study. The treatments were as follows: P0: basal ration, P1: basal ration + 0.0001 g/kg multienzyme, P2: basal ration + 0.5% spirulina, and P3: basal ration + 0.5% spirulina + 0.0001 g/kg multienzyme. Data were analyzed using Analysis of Variance (Anova) followed by the Least Significant Difference (LSD) test. The results showed that the supplementation of multienzyme and spirulina in the ration had a significant effect ($P < 0.05$) on water holding capacity, but had no significant effect ($P > 0.05$) on cooking loss and hardness. Treatments supplemented with multienzymes, spirulina, or their combination resulted in similar water-holding capacity values and were higher compared to the control.

Keywords: Male quail, meat quality, multienzyme, spirulina

**DAYA IKAT AIR, SUSUT MASAK DAN *HARDNESS* PADA PUYUH
JANTAN DENGAN PEMBERIAN MULTIEENZIM DAN SPIRULINA PADA
RANSUM KOMERSIL YANG DISUBSTITUSI DEDAK**

Oleh

**Oza Bhakti Pratama
2214241031**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PETERNAKAN**

pada

**Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : Daya Ikat Air, Susut Masak dan *Hardness* pada Puyuh Jantan dengan pemberian Multienzim dan Spirulina pada Ransum Komersil yang Disubstitusi Dedak

Nama Mahasiswa : Oza Bhakti Pratama

NPM : 2214241031

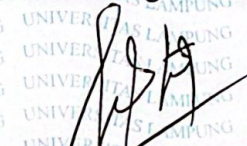
Jurusan : Peternakan

Fakultas : Pertanian



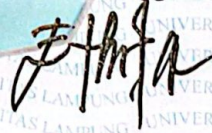
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama



drh. Madi Hartono, M.P.
NIP. 196607081992031004

Pembimbing Anggota



Etha 'Azizah Hasiib, S.Pt., M.Sc.
NIP. 199304182022032013

2. Ketua Jurusan Peternakan



Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si., IPU.
NIP. 196706031993031002

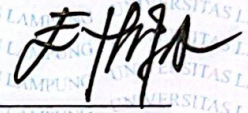
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

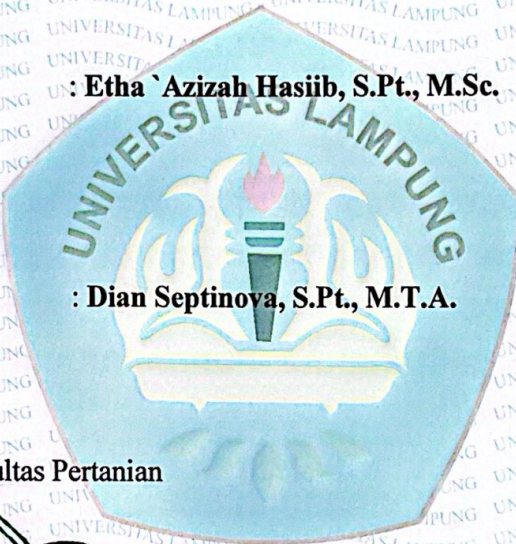
Ketua : drh. Madi Hartono, M.P.



Sekretaris : Etha`Azizah Hasiib, S.Pt., M.Sc.



Penguji : Dian Septinova, S.Pt., M.T.A.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. A. Kuswanto Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Ujian Skripsi: 23 April 2026

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Oza Bhakti Pratama
NPM : 2214241031
Program Studi : Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak
Jurusan : Peternakan
Fakultas : Pertanian

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Daya Ikat Air, Susut Masak dan *Hardness* pada Puyuh Jantan dengan pemberian Multienzim dan Spirulina pada Ransum Komersil yang Disubstitusi Dedak” tersebut adalah hasil penelitian saya kecuali bagian-bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup dituntut berdasarkan undang-undang dan peraturan yang berlaku.

Bandar Lampung, 03 Februari 2026

Yang membuat pernyataan,



Oza Bhakti Pratama

NPM 2214241031

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada 29 Januari 2004, anak Pertama dari dua bersaudara dari Bapak Rudyanto, S.E. dan Ibu Indah Febriani, S.E. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Fransiskus 1 Tanjung Karang pada 2016, SMP Fransiskus 1 Tanjung Karang Bandar Lampung pada 2019, dan SMAN 3 Bandar Lampung pada 2022. Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Ujian Tulis Berbasis Komputer Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (UTBK-SBMPTN).

Selama masa studi, penulis pernah mengikuti *Teaching Farm* ayam broiler yaitu *opened house* dan *cloused house* pada 2023 di Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, penulis juga pernah melaksanakan magang mandiri di PT. Central Avian Pertiwi unit *Hatchery* dan *Breeding* pada 2024, penulis aktif dalam organisasi BEM FP UNILA (Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung) sebagai Kepala Departemen PSDM 2025. Selain itu, penulis pernah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Candi Rejo, Kecamatan Way Pengubuan, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada Januari--Februari 2025. Penulis pernah melaksanakan Praktik Umum di Sapi perah Sumber Jaya Berkah *Farm*, Bekasi, Jawa Barat pada Juni--Agustus 2025.

MOTTO

“Jika Bukan Karena Allah Yang Memampukan. Aku Mungkin Sudah Lama
Menyerah”

“Kedua Orang Tuamu Sarjana Maka Kamu Harus”
(Ayah dan Ibu)

“Kerja Untuk Bertahan Hidup. Beli Harley Davidson Untuk Menikmati Hidup”
(Oza)

PERSEMBAHAN

Dengan segala ketulusan serta rendah hati, skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya. Ibu dan Ayah tersayang, terima kasih atas segala doa, didikan, dan pelajaran hidup yang telah membentuk saya menjadi pribadi yang lebih kuat dan dewasa. Setiap perjalanan memiliki ceritanya sendiri, dan dari sanalah Oza belajar arti keteguhan dan keikhlasan. Kalian adalah bagian terpenting dari cerita perjalanan ini.

Untuk Keluarga Besar dan teman-teman saya yang tersayang, yang selalu memberikan doa, perhatian, semangat dan senantiasa menemani dalam suka dan duka. Terima kasih atas segala bentuk dukungan yang telah menguatkan saya hingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Bapak/Ibu Dosen, saya ucapkan terimakasih untuk segala ilmu berharga yang telah diajarkan sebagai wawasan dan pengalaman sehingga diselesaikannya skripsi ini.

Serta

Almamater tercinta
Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak
Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian
UNIVERSITAS LAMPUNG

SANWACANA

Alhamdulillahirabbiláalamiin, segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam selalu tercurah pada suri tauladan Nabi Muhammad SAW sebagai pemberi syafaat di hari akhir kelak. Penulis bersyukur telah menyelesaikan skripsi yang berjudul “Daya Ikat Air, Susut Masak dan *Hardness* pada Puyuh Jantan dengan pemberian Multienzim dan Spirulina pada Ransum Komersil yang Disubstitusi Dedak”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.-- selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung--atas izin untuk melaksanakan penelitian;
2. Bapak Dr. Ir. Arif Qisthon, M. Si., IPU.--selaku Ketua Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung--atas persetujuan dan arahan kepada penulis;
3. Bapak Prof. Ir. Akhmad Dakhlan, M.P., Ph.D.--selaku Ketua Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung--atas saran, semangat, dan arahan yang diberikan kepada penulis;
4. Bapak drh. Madi Hartono, M.P.--selaku Pembimbing Utama--atas kesabaran, kebaikan, ilmu, waktu, saran, bimbingan dan motivasi yang diberikan sehingga penulis dapat memperbaiki kesalahan dan kekurangan pada skripsi ini;
5. Ibu Etha `Azizah Hasiib, S.Pt., M.Sc.--selaku Pembimbing Anggota--atas arahan, saran dan motivasi selama penelitian dan penyusunan skripsi;

6. Ibu Dian Septinova, S.Pt., M.T.A.--selaku Dosen Pembahas--atas motivasi, ide, nasihat, saran, kritikan, dan bimbingannya dalam pengoreksian skripsi ini;
7. Bapak Ir. Syahrio Tantalo, M.P.--selaku dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan nasihatnya selama menjalani perkuliahan;
8. Bapak dan ibu dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas bimbingannya, dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis;
9. Ayah, Ibu dan adik yang tiada hari tanpa henti memanjatkan doa-doa dan selalu memberi penulis semangat;
10. Tim penelitian Puyuh yaitu Tria dan Dwi atas perjuangan, dukungan, bantuan dan kerjasama selama penelitian;
11. Keluarga Paruh Baja 22 atas dukungan, bantuan dan kerjasama selama perkuliahan;
12. Sahabat selama masa perkuliahan penulis yaitu Steel Beak 22 atas bantuan, dukungan, saling mengingatkan, dan kerjasamanya;
13. Sahabat SMA penulis yaitu GENG GAGAK atas hiburannya ketika penulis sedang jenuh;
14. Sahabat SMP penulis yaitu PASGIRA PROJECT atas segalanya yang selalu hadir dalam setiap fase kehidupan penulis, berbagi suka dan duka, serta memberikan semangat;
15. Seluruh keluarga mahasiswa peternakan angkatan 2021 beserta segenap keluarga besar Jurusan Peternakan atas saran dan dukungannya.

Semoga seluruh bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan pahala jariah beserta ridho dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 03 Februari 2026
Penulis

Oza Bhakti Pratama

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	5
1.4 Kerangka Pemikiran	5
1.5 Hipotesis Penelitian	8
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Puyuh Jantan	9
2.2 Spirulina	11
2.3 Dedak	12
2.4 Ransum Komersil.....	14
2.5 Multienzim	15
2.5.1 Enzim xilanase	16
2.5.2 Enzim protoase.....	17
2.5.3 Enzim amilase	18
2.5.4 Enzim mananase.....	19
2.5.5 Enzim B-Glucanase.....	19
2.6 <i>Hardness</i>	20
2.7 Daya Ikat Air.....	21
2.8 Susut Masak	23

III. METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	25
3.2.1 Alat penelitian.....	25
3.2.2 Bahan penelitian.....	25
3.3 Rancangan Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian	27
3.4.1 Persiapan kandang.....	27
3.4.2 Teknis penambahan multienzim dan spirulina dalam pakan	28
3.4.3 Pelaksanaan pemeliharaan	29
3.5 Peubah yang Diamati.....	30
3.6 Prosedur Pengambilan Sampel.....	30
3.7 Prosedur Pengukuran Parameter.....	30
3.8 Analisis Data	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Pengaruh Perlakuan terhadap Daya Ikat Air.....	33
4.2 Pengaruh Perlakuan terhadap Susut Masak	37
4.3 Pengaruh Perlakuan terhadap <i>Hardness</i>	40
V. SIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Simpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. SNI pakan puyuh	15
2. Kandungan label nutrien bahan penyusun.....	26
3. Kandungan nutrien perlakuan.....	26
4. Rata-rata persentase daya ikat air puyuh jantan umur 8 minggu	34
5. Rata-rata persentase susut masak pada puyuh jantan umur 8 minggu	38
6. Rata-rata <i>hardness</i> puyuh jantan umur 8 minggu	41
7. Data daya ikat air puyuh jantan umur 8 minggu	57
8. Hasil <i>analysis of variance</i> (anova) persentase daya ikat air daging puyuh jantan umur 8 minggu.....	57
9. Hasil beda nyata terkecil (BNT) persentase daya ikat air daging puyuh jantan umur 8 minggu.....	57
10. Data susut masak Puyuh Jantan umur 8 minggu	58
11. Hasil <i>analysis of variance</i> (anova) persentase susut masak daging puyuh jantan umur 8 minggu.....	58
12. Data <i>hardness</i> puyuh jantan umur 8 minggu.....	58
13. Hasil <i>analysis of variance</i> (anova) persentase <i>hardness</i> daging puyuh jantan umur 8 minggu.....	59
14. Data transformasi akar terhadap <i>hardness</i> puyuh jantan umur 8 minggu.....	59
15. Hasil <i>analysis of variance</i> (anova) persentase <i>hardness</i> daging puyuh jantan umur 8 minggu.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Puyuh jantan	11
2. Enzym phytase	16
3. Tata letak kandang penelitian	27
4. Pembersihan kandang	60
5. Masa pemeliharaan	60
6. Pemuasaan sebelum panen	60
7. Sampel susut masak	61
8. Proses analisis susut masak	61
9. Proses analisis daya ikat air	61
10. Proses penimbangan sampel susut masak	62
11. Proses analisis <i>hardness</i>	62

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) merupakan salah satu komoditas unggas yang berkembang pesat di Indonesia dan secara komersial lebih banyak dimanfaatkan sebagai penghasil telur. Sistem produksi puyuh petelur sangat bergantung pada proses penetasan yang secara biologis akan menghasilkan sekitar 50% anak puyuh jantan dan 50% betina. Praktik budidaya, hanya puyuh betina yang dipelihara untuk tujuan produksi telur, sedangkan puyuh jantan umumnya tidak dimanfaatkan dan diafkir pada fase awal pemeliharaan karena dianggap tidak memiliki nilai ekonomi (Palgunadi *et al.*, 2023).

Kondisi ini menjadikan puyuh jantan sebagai hasil samping kegiatan penetasan yang belum termanfaatkan secara optimal. Puyuh jantan memiliki karakteristik pertumbuhan yang relatif cepat serta masa pemeliharaan yang singkat sehingga berpotensi dikembangkan sebagai alternatif sumber daging yang bernilai tinggi dan diminati pasar (Nasr *et al.*, 2017). Puyuh jantan juga relatif mudah dipelihara dalam jumlah besar dan siklus pemeliharaannya singkat (Dewi *et al.*, 2016).

Daging dari puyuh jantan ini cenderung memiliki tekstur yang lebih halus jika dibandingkan dengan daging dari puyuh betina atau puyuh yang sudah tidak produktif. Selain itu, kadar lemak yang lebih rendah, menyebabkan tingkat susut masak menjadi lebih minimal, sehingga rasa dagingnya lebih disukai oleh konsumen. Karakteristik kelembutan dan kualitas daging tersebut, puyuh jantan menjadi alternatif sumber protein hewani yang menjanjikan dalam

memenuhi kebutuhan pangan berkualitas. Selain itu, biaya pemeliharaan puyuh jantan relatif lebih rendah karena masa pemeliharaan yang singkat, menjadikannya pilihan efisien bagi peternak yang ingin memperoleh keuntungan lebih cepat (Mulyani, 2021).

Meskipun demikian, pengembangan puyuh jantan sebagai penghasil daging dihadapkan pada tantangan utama berupa tingginya biaya pakan yang mendominasi hingga 60--70% dari total biaya produksi. Upaya efisiensi biaya pakan umumnya dilakukan melalui substitusi sebagian ransum komersial dengan bahan pakan lokal yang lebih ekonomis seperti dedak padi. Penggunaan dedak padi hingga level 20% dalam ransum mampu menekan biaya pakan, namun kandungan serat kasar yang tinggi serta keterbatasan protein dan asam amino esensial berpotensi menurunkan pencernaan nutrisi (Nuraeni *et al.*, 2023).

Penurunan ketersediaan nutrisi akibat peningkatan fraksi serat dalam ransum dapat memengaruhi proses deposisi protein pada jaringan otot yang selanjutnya berdampak pada kualitas fisik daging yang dihasilkan (Jha, 2021). Kualitas fisik daging, seperti daya ikat air, susut masak, dan tingkat keempukan (*hardness*), merupakan parameter penting yang menentukan penerimaan konsumen terhadap produk daging unggas, khususnya pada ternak yang dikembangkan dari galur non-pedaging seperti puyuh jantan hasil samping penetasan (Suantika, 2017).

Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pemanfaatan nutrisi dalam ransum berserat adalah melalui suplementasi. Multienzim berperan dalam menghidrolisis komponen nutrisi kompleks terutama fraksi *non-starch polysaccharides* (NSP) yang banyak terdapat pada bahan pakan seperti dedak padi, sehingga meningkatkan pencernaan nutrisi dan efisiensi pemanfaatan pakan (Mun *et al.*, 2025).

Multienzim berfungsi sebagai katalis biologis yang memperbaiki pemecahan komponen makro nutrisi dalam pakan, sehingga kandungan nutrisi dalam pakan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh ternak (Palgunadi *et al.*, 2021).

Pemberian multienzim pada ransum puyuh terbukti dapat meningkatkan efisiensi pencernaan, memperbaiki penyerapan nutrisi, serta mendukung pertumbuhan ternak. Selain itu, multienzim dapat memperbaiki kualitas fisik daging seperti meningkatnya daya ikat air, menurunnya susut masak, dan melembutkan tekstur daging dengan cara meningkatkan retensi air di jaringan otot. Pemberian multienzim 0,0001 g/kg, pada ransum puyuh telah terbukti mampu meningkatkan performa pertumbuhan dan kualitas fisik daging, termasuk daya ikat air yang lebih baik serta tekstur daging yang lebih lembut, sekaligus mengurangi susut masak dengan memperbaiki retensi cairan jaringan daging (Syatur, 2018).

Selain itu, penggunaan *feed additive* terutama probiotik seperti spirulina juga berpotensi meningkatkan kualitas daging karena memilih senyawa bioaktif yang bersifat antioksidan. Penggunaan spirulina sebagai suplemen pakan telah terbukti meningkatkan kualitas produksi, pencernaan nutrisi, dan performa puyuh secara keseluruhan (Kamaludin dan Holik, 2022). Spirulina bekerja sebagai *feed additive* melalui beberapa mekanisme biologis, antara lain meningkatkan aktivitas enzim pencernaan, memperbaiki keseimbangan mikroflora usus, serta meningkatkan sistem antioksidan dan respons imun. Suplementasi spirulina mampu meningkatkan aktivitas enzim pencernaan seperti amilase, protease, dan lipase, sehingga pencernaan nutrisi menjadi lebih optimal. Selain itu, spirulina juga meningkatkan populasi bakteri menguntungkan seperti *Lactobacillus* serta menekan bakteri patogen, yang berkontribusi terhadap kesehatan saluran pencernaan. Kandungan senyawa bioaktif seperti *fikosianin*, β -karoten, dan *fenolik* berperan sebagai antioksidan yang mampu meningkatkan aktivitas enzim antioksidan serta menekan stres oksidatif, spirulina juga berfungsi sebagai *imunomodulator* dengan meningkatkan produksi *imunoglobulin* dan aktivitas sel imun, sehingga berdampak pada peningkatan performa dan kualitas produk ternak (El-tarabany *et al.*, 2021).

Peningkatan pencernaan nutrisi, status kesehatan, dan efisiensi metabolisme akibat suplementasi spirulina tersebut pada akhirnya diharapkan mampu meningkatkan deposisi protein otot serta memperbaiki sifat fisik daging. Oleh karena itu, kualitas

daging dapat dievaluasi melalui beberapa parameter penting seperti. Daya ikat air, susut masak, dan *hardness* merupakan parameter yang penting pada penentuan kualitas daging. Daya ikat air berhubungan dengan kemampuan daging mempertahankan kelembapan yang menentukan kesegaran dan tekstur. Susut masak menggambarkan kehilangan berat daging saat dimasak yang memengaruhi kuantitas dan mutu akhir produk, sedangkan *hardness* menjadi indikator tekstur daging yang menentukan kenyamanan konsumsi (Aprilinita *et al.*, 2024).

Penelitian mengenai pengaruh multienzim dan spirulina pada konsumsi pakan, pertumbuhan, produksi telur, dan konversi pakan pada puyuh sudah banyak dilakukan, namun kajian mengenai pemberian multienzim secara tunggal maupun kombinasi dengan spirulina pada ransum dengan substitusi dedak padi sebanyak 20%, terhadap daya ikat air, susut masak dan *hardness* masih belum ditemui.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mengkaji pengaruh pemberian multienzim dan spirulina pada ransum substitusi dedak 20% terhadap daya ikat air, susut masak, dan *hardness* daging puyuh jantan. Hasil penelitian dapat memberikan rekomendasi praktis yang membantu peternak meningkatkan kualitas produk serta menekan biaya produksi dalam budidaya puyuh.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk :

1. mengetahui pengaruh substitusi multienzim dan spirulina, baik secara tunggal maupun kombinasi, dalam ransum komersil yang dikombinasikan dengan dedak terhadap performa puyuh jantan, yang meliputi daya ikat air, susut masak dan *hardness*;
2. Mengetahui multienzim dan spirulina, maupun kombinasi keduanya yang terbaik dalam meningkatkan performa puyuh Jantan, yang meliputi daya ikat air, susut masak dan *hardness*.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi baru kepada masyarakat dan peternak khususnya peternak puyuh jantan mengenai pengaruh penambahan multienzim melalui pakan terhadap daya ikat air, susut masak dan *hardness* daging pada puyuh jantan, serta bermanfaat untuk peternak dalam memanfaatkan multienzim sebagai penunjang perkembangan dan pertumbuhan puyuh jantan.

1.4 Kerangka Pemikiran

Dedak padi merupakan salah satu bahan pakan yang umum digunakan dalam ransum unggas karena harganya relatif murah dan ketersediaannya cukup tinggi. Namun, untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan pakan serta menekan biaya ransum, diperlukan upaya optimalisasi pemanfaatan dedak melalui tingkat penggunaannya dalam ransum. Salah satu pendekatan yang dilakukan adalah dengan penggunaan dedak padi dalam proporsi tertentu, misalnya sebesar 20% dalam ransum. Penggunaan dedak padi pada level tersebut memiliki beberapa implikasi terhadap karakteristik fisik daging puyuh. Kandungan serat kasar dan zat anti-nutrisi dalam dedak menyebabkan sintesis protein otot berkurang, sehingga serat otot menjadi lebih kecil dan longgar. Struktur miofibril yang kurang kompak menyebabkan kandungan air bebas dalam daging meningkat, yang menurunkan daya ikat air (DIA). Saat dimasak, air mudah keluar sehingga susut masak meningkat. Selain itu, tekstur otot dapat menjadi lebih keras akibat proporsi kolagen yang relatif lebih tinggi dibanding protein otot, sehingga *hardness* daging meningkat (Ulya *et al.*, 2018).

Multienzim yang ditambahkan dalam ransum bekerja secara spesifik sesuai dengan substratnya, sehingga mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi secara lebih optimal. Enzim seperti *xilanase*, *mananase*, β -*glukanase*, dan *selulase* tergolong dalam kelompok enzim pemecah *non-starch polysaccharides* (NSP) yang berperan dalam mendegradasi komponen dinding sel tanaman seperti hemiselulosa dan selulosa yang banyak terdapat dalam dedak padi. Selain itu, amilase berfungsi menghidrolisis pati menjadi gula sederhana, sedangkan protease dan lipase masing-masing berperan dalam mencerna protein dan lipid. Sementara itu, fitase berperan dalam menghidrolisis asam fitat sehingga meningkatkan

ketersediaan mineral serta mengurangi efek anti-nutrisi dalam pakan (Maharjan *et al.*, 2020).

Sinergisme kerja enzim-enzim tersebut menyebabkan peningkatan pencernaan nutrisi, termasuk energi, protein, dan mineral, sehingga pemanfaatan pakan menjadi lebih efisien. Peningkatan ketersediaan nutrisi ini selanjutnya mendukung proses sintesis protein otot dan pembentukan struktur miofibril yang lebih kompak. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya kemampuan daging dalam mengikat air (daya ikat air), karena air lebih banyak terperangkap dalam matriks protein. Dampak lanjutan dari peningkatan daya ikat air adalah menurunnya susut masak akibat berkurangnya kehilangan cairan selama proses pemasakan. Selain itu, terbentuknya struktur otot yang lebih baik serta keseimbangan antara protein miofibril dan jaringan ikat juga berperan dalam menurunkan nilai *hardness*, sehingga tekstur daging menjadi lebih empuk (Wolc *et al.*, 2020).

Spirulina mengandung pigmen bioaktif seperti *fikosianin* dan *karotenoid* yang memiliki aktivitas antioksidan kuat serta berbagai mineral penting seperti zat besi, magnesium, dan zinc. Senyawa antioksidan dalam *Spirulina* berperan dalam mereduksi stres oksidatif dan melindungi membran sel otot dari kerusakan oleh radikal bebas, yang dapat membantu mempertahankan stabilitas struktur sel dan *water-holding capacity* yang lebih baik pada jaringan otot. Konsumsi *spirulina* dalam pakan unggas berpotensi menurunkan susut masak dan menambah kualitas tekstur daging dengan mengurangi kekakuan (*hardness*) melalui mekanisme peningkatan ikatan air dan pengendalian oksidasi lipid serta protein di otot (El-Shall *et al.*, 2023).

Flavonoid dan senyawa fenolik memiliki peran penting dalam melindungi jaringan biologis dari kerusakan akibat radikal bebas. Senyawa tersebut bekerja sebagai antioksidan alami yang mampu menghambat proses oksidasi dan peradangan pada jaringan, sehingga menjaga kualitas dan ketahanan jaringan tubuh unggas seperti puyuh. Selain itu, kandungan flavonoid juga dapat

memperkuat sistem imun dengan meningkatkan aktivitas imunomodulator dan menekan stres oksidatif dalam tubuh puyuh (Sholihah, 2023).

Pemberian spirulina dalam ransum sebesar 0,5% telah terbukti meningkatkan kualitas daging puyuh termasuk peningkatan daya ikat air dan tekstur *hardness* (Abdelfatah *et al.*, 2024). Hal ini disebabkan oleh kandungan asam amino berkualitas yang mendukung sintesis protein otot dan perbaikan jaringan ikat. Selain itu, spirulina memberikan efek imunomodulator yang memperbaiki sistem kekebalan tubuh dan mendukung kesehatan saluran pencernaan, sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan. Penelitian oleh Wendi *et al.* (2021) juga menunjukkan bahwa penambahan tepung spirulina pada ransum puyuh mampu memperbaiki performa produksi secara signifikan, meningkatkan produksi telur dan menurunkan rasio konversi pakan. Mekanisme utama perbaikan kualitas produk ternak melalui spirulina adalah melalui aktivitas antioksidan dan stimulasi metabolisme yang lebih baik.

Kombinasi multienzim dan spirulina memberikan efek sinergis yang mengoptimalkan kualitas daging puyuh. Hasilnya, pertumbuhan otot dan kualitas fungsional daging meningkat signifikan; daya ikat air lebih tinggi, susut masak lebih rendah karena air dan lemak lebih terikat, dan *hardness* menurun sehingga daging menjadi lebih empuk, juicy, dan bernilai jual lebih tinggi. Kombinasi ini memberikan alternatif terbaik untuk mempertahankan kualitas daging meski menggunakan dedak sebagai substitusi pakan (Wendi *et al.*, 2021).

Multienzim yang digunakan dalam penelitian ini adalah enzim phytase yang memiliki komposisi: *xylanase*, *mananase*, β -*glukanase*, *selulosa*, *amylase*, *lypase*, *phytase*, dan *protease*, yang pemberiannya direkomendasikan pada dosis antara 100 hingga 200 gram per 1.000 kg pakan. Dosis ini telah terbukti efektif dalam meningkatkan pencernaan nutrisi, terutama fosfor, sehingga memperbaiki performa konsumsi ransum dan pertumbuhan pada unggas termasuk puyuh (Sinaga *et al.*, 2020). Sementara itu, dosis spirulina yang dipakai adalah sebesar 0,5% dari total ransum yang terdiri dari pakan komersil dan dedak 20%. Dosis ini

dipilih berdasarkan penelitian yang menunjukkan bahwa spirulina pada kadar tersebut mampu meningkatkan kualitas pakan dan performa produksi tanpa menurunkan palatabilitas pakan (Tistiana dan Utami, 2023).

Pemberian spirulina sebagai suplemen pakan pada dosis 0,5% terbukti dapat meningkatkan kandungan protein serta kadar antioksidan dalam daging puyuh. Kandungan fikosianin dan pigmen bioaktif lainnya dalam spirulina berperan penting dalam memperbaiki tekstur daging (*hardness*) dan meningkatkan daya tahan jaringan dengan mekanisme pengurangan oksidasi lipid. Selanjutnya, spirulina juga berkontribusi dalam meningkatkan kesehatan metabolisme puyuh sehingga berdampak positif pada kualitas produksi daging dan performa ternak secara keseluruhan. (El-Shall *et al.*, 2023). Kombinasi dosis ini menjadi acuan dalam penelitian yang akan dilakukan untuk mendapatkan hasil optimal dalam meningkatkan daya ikat air, menurunkan susut masak, dan mengurangi *hardness* pada daging puyuh jantan.

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini yaitu

1. terdapat pengaruh penambahan multienzim dan spirulina, baik secara tunggal maupun kombinasi, dalam ransum komersil yang dikombinasikan dengan dedak terhadap performa puyuh jantan, yang meliputi daya ikat air, susut masak dan *hardness*;
2. kombinasi antara multienzim dan maupun kombinasi keduanya menghasilkan performa puyuh Jantan, yang meliputi daya ikat air, susut masak dan *hardness* yang terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Puyuh Jantan

Burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) diyakini berasal dari burung puyuh liar yang kemudian dijinakkan. Puyuh merupakan unggas berukuran kecil dengan kaki pendek yang tidak mampu terbang jauh. Awal domestikasi burung puyuh dilakukan di Amerika Serikat pada tahun 1870 an dan diperkenalkan secara luas sebagai ternak untuk penghasil daging dan telur. Oleh karena itu, pengenalan dan mulai pembudidayaan puyuh di Indonesia semakin meningkat, baru terjadi pada akhir tahun 1979. Puyuh yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia termasuk jenis Jepang yang berasal dari Asia Timur dan memiliki burung liar yang tersebar di beberapa wilayah seperti Jepang dan Eropa (Goto *et al.*, 2023).

Perbedaan fisik yang paling mencolok antara puyuh jantan dan betina dapat dilihat dari warna bulu di area dada dan leher, di mana puyuh jantan memiliki warna dada yang lebih cerah, sedangkan betina memiliki bulu dengan bintik cokelat gelap. Sebagai unggas omnivora, puyuh mengonsumsi berbagai makanan mulai dari biji-bijian hingga serangga dan hewan kecil lainnya. Selain itu, puyuh dikenal memiliki produktivitas yang baik dalam menghasilkan telur dan daging, dengan komposisi gizi yang seimbang antara protein dan lemak, menjadikannya sebagai alternatif sumber protein hewani (Husna *et al.*, 2024).

Daging puyuh jantan merupakan salah satu produk unggulan dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani yang memiliki keunggulan dari sisi kandungan nutrisi dan kemudahan pemeliharaan. Puyuh jantan memiliki bobot dewasa sekitar 110--140 gram dengan persentase karkas mencapai 70--74% berat hidup, di mana bagian dada menjadi bagian terberat (Hastuti, 2017).

Faktor genetik, pakan, dan manajemen pemeliharaan berperan besar dalam menentukan kualitas daging puyuh. Ciri khas puyuh jantan terlihat pada warna bulunya yang cenderung coklat muda sampai coklat gelap tanpa garis belang, serta suara kicauan yang lebih nyaring sebagai tanda kedewasaan seksual yang mulai muncul pada usia 5--6 minggu. Kecepatan pertumbuhan dan ukuran tubuh yang relatif kecil menjadikan puyuh jantan sebagai kandidat unggulan untuk pengembangan usaha peternakan dalam skala kecil hingga menengah (Kartikasari *et al.*, 2018).

Sebagai sumber protein hewani, puyuh jantan memberikan banyak keunggulan karena memiliki konsumsi pakan yang efisien serta menghasilkan daging dengan tekstur lembut dan kandungan protein yang tinggi, sehingga disukai konsumen yang mengutamakan pola makan bergizi dan praktis (Sujana *et al.*, 2016).

Kualitas daging puyuh dipengaruhi oleh efisiensi pemanfaatan nutrisi dalam ransum, terutama protein dan energi yang berperan dalam pembentukan jaringan otot. Penggunaan bahan pakan berserat seperti dedak padi dapat menurunkan pencernaan nutrisi akibat tingginya kandungan non-starch polysaccharides (NSP). Oleh karena itu, penambahan multienzim yang mampu mendegradasi NSP serta spirulina sebagai sumber nutrisi dan antioksidan diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan nutrisi dan memperbaiki karakteristik daging, seperti daya ikat air, susut masak, dan tingkat kekerasan sebagai indikator mutu daging unggas (Fitri *et al.*, 2019).

Kebutuhan nutrisi ransum puyuh telah distandarkan untuk menjamin pertumbuhan dan produksi yang optimal, mencakup protein kasar, energi metabolisme, vitamin, dan mineral sesuai fase pemeliharaan. Kisaran protein kasar yang direkomendasikan adalah 17,5--20% dengan keseimbangan energi yang mendukung performa produksi dan kesehatan ternak (SNI, tahun). Kualitas ransum yang baik berperan penting dalam menentukan kualitas produk yang dihasilkan, termasuk daya ikat air, susut masak, dan tekstur daging, (Andriani *et al.*, 2022). Puyuh jantan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Puyuh jantan
(Sumber: Depositphotos, 2020)

2.2 Spirulina

Spirulina (*Spirulina platensis*) adalah mikroalga biru-hijau yang memiliki kandungan protein yang tinggi, yaitu sekitar 50--70%. Spirulina juga kaya akan asam amino esensial seperti metionin, triptofan, dan lisin, serta kandungan pigmen alami seperti klorofil, beta-karoten, dan xantofil (Wendi, 2021). Mikroalga ini dapat tumbuh dalam berbagai jenis air, termasuk air tawar, air payau, dan air laut, sehingga memiliki potensi sebagai suplemen pakan yang mudah diperoleh dan berkelanjutan.

Selain itu, spirulina memiliki berbagai senyawa bioaktif yang berperan sebagai antioksidan dan immunomodulator yang dapat membantu meningkatkan kesehatan jaringan otot dan mempertahankan kualitas daging setelah pemrosesan. Pemanfaatan spirulina dalam pakan puyuh juga didukung oleh studi lain yang menyebutkan peningkatan performa produksi dan kualitas telur, serta potensi peningkatan kesehatan metabolik ternak (Tistiana dan Utami, 2023).

Suplementasi spirulina sebagai *feed additive* pada unggas diketahui memberikan manfaat melalui kandungan senyawa bioaktifnya, seperti fikosianin, karotenoid, flavonoid, dan senyawa fenolik. Senyawa-senyawa ini bekerja sebagai antioksidan dengan cara menetralkan dan menghambat kerusakan sel akibat stres oksidatif.

Selain itu, senyawa bioaktif dalam spirulina juga dapat meningkatkan aktivitas enzim antioksidan di dalam tubuh, seperti superoksida dismutase (SOD) dan katalase, sehingga membantu menjaga kondisi fisiologis ternak tetap stabil (Abdelfatah *et al.*, 2024).

Spirulina juga berperan dalam menjaga kesehatan saluran pencernaan dengan membantu keseimbangan mikroba usus dan memperkuat dinding usus. Hal ini membuat penyerapan nutrisi menjadi lebih efisien dan dapat mendukung sistem kekebalan tubuh ternak (El-shall *et al.*, 2023). Oleh karena itu, pemberian spirulina dalam jumlah kecil lebih berfungsi sebagai bahan tambahan pakan yang meningkatkan kesehatan dan kualitas fisiologis ternak, bukan sebagai sumber utama protein dalam ransum.

Kombinasi enzim dan spirulina dalam ransum unggas bekerja secara sinergis: enzim memecah komponen kompleks pakan menjadi unit yang lebih sederhana sehingga meningkatkan pencernaan nutrisi, sedangkan spirulina berperan dalam memperbaiki lingkungan usus dan meningkatkan fungsi kesehatan pencernaan yang mendukung penyerapan nutrisi yang telah dipecah oleh enzim (Sureshkumar *et al.*, 2023).

2.3 Dedak

Dedak padi adalah limbah penggilingan padi yang sering dipakai sebagai bahan pakan alternatif untuk puyuh jantan. Kelebihan dedak antara lain ketersediaannya yang melimpah dan harga yang relatif murah, serta kandungan protein kasar sekitar 12--13% yang cukup ekonomis untuk pakan unggas. Namun, dedak memiliki kekurangan seperti kandungan serat kasar yang tinggi (12--27%) dan adanya senyawa fitat yang mengikat mineral dan protein sehingga mengurangi daya cerna nutrisi (Nababan *et al.*, 2017). Selain itu kandungan asam amino dan mineral pada dedak terbatas, sehingga jika digunakan berlebihan dapat menurunkan performa tumbuh unggas. Penggunaan dedak lebih dari 20% pada ransum diketahui dapat menghambat pertumbuhan karena fitat membentuk

kompleks yang sulit dicerna, sehingga penyerapan fosfor dan protein berkurang (Nababan *et al.*, 2017).

Penggabungan pakan komersil dengan dedak sebagai sumber serat dan energi serta penambahan spirulina yang kaya akan protein, asam amino esensial, dan antioksidan dapat meningkatkan nilai gizi ransum puyuh. Spirulina mengandung protein antara 50--70% beserta pigmen klorofil dan karotenoid yang mendukung peningkatan kualitas daging, khususnya memperbaiki daya ikat air dan kekerasan (*hardness*) daging. Multienzim yang mengandung phytase, protease, dan enzim pencernaan lainnya memfasilitasi penguraian senyawa kompleks dalam dedak dan pakan, sehingga meningkatkan penyerapan nutrisi dan efisiensi pakan. Hal ini berkontribusi pada penurunan susut masak karena peningkatan retensi air dalam serat otot (Wendi *et al.*, 2021).

Dedak padi sebagai bahan pakan unggas memiliki kandungan serat kasar yang tinggi, termasuk selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang membentuk ikatan kompleks dalam dinding sel, sehingga unggas sulit mencernanya tanpa bantuan enzim khusus. Hal ini menyebabkan pencernaan dedak padi menjadi rendah meskipun kandungan nutrisinya relatif tinggi.

Dalam dedak padi, selain kandungan protein dan energi, terdapat fraksi serat kasar yang cukup tinggi berupa *non-starch polysaccharides* (NSP) termasuk komponen seperti *xylanase*, *mananase*, *glukanase*, *selulase*, *galaktosa* dan *amilase*, serta fraksi yang terkait dengan serat (hemiselulosa dan lignin). Komponen ini merupakan substrat potensial bagi enzim tertentu seperti *xilanase*, *β -glukanase*, *mananase*, dan *amilase*, karena unggas tidak mampu memecah NSP tersebut secara endogen tanpa bantuan enzim eksternal. Selain itu, dedak padi juga mengandung asam fitat (*phytate*) dalam jumlah signifikan yang dapat mengikat mineral tanaman. Sehingga membutuhkan enzim *phytase* untuk meningkatkan ketersediaan fosfor dan nutrisi lain di dalam ransum (Sanchez *et al.*, 2019).

2.4 Ransum Komersil

Ransum komersil merupakan pakan unggas yang diproduksi secara industri dengan formulasi nutrisi lengkap dan seimbang untuk memenuhi kebutuhan fisiologis ternak pada fase pertumbuhan tertentu, sehingga mendukung pertumbuhan, kesehatan, dan performa produksinya secara optimal. Pakan jenis ini dirancang berdasarkan perhitungan kebutuhan energi, protein, vitamin serta mineral yang spesifik untuk unggas seperti broiler ataupun puyuh, sehingga peternak tidak perlu melakukan formulasi pakan sendiri. Praktik peternakan modern, penggunaan pakan komersial lebih banyak dipilih karena kualitasnya yang terstandarisasi, konsistensi nutrisi yang terjaga, serta kemudahan dalam pengelolaan pakan tanpa perlu mengetahui detail komposisi setiap bahan penyusunnya, berbeda dengan pakan racikan lokal yang variabelnya besar. Hal ini tercermin pada banyak penelitian dan evaluasi pakan komersial yang menunjukkan bahwa penggunaan pakan komersial dapat menjaga performa ternak dan kestabilan nutrisi yang dikonsumsi tikus ternak ataupun unggas secara keseluruhan (Khan, 2022).

Penelitian oleh Harahap *et al.* (2020) menunjukkan bahwa substitusi ransum komersial pada puyuh periode *grower* dengan bahan lain hingga 15% tidak berpengaruh signifikan terhadap konsumsi, penambahan bobot badan, dan konversi ransum, sehingga menegaskan bahwa ransum komersial merupakan standar nutrisi yang cukup ideal untuk puyuh.

Selain berperan sebagai sumber nutrisi utama, ransum komersial juga menjadi media yang efisien untuk memasukkan berbagai bahan tambahan (*feed additives*) seperti enzim, probiotik, dan nutrisi mikro lainnya guna meningkatkan pencernaan, efisiensi penggunaan pakan, serta kualitas produk ternak yang dihasilkan. Suplementasi komponen tambahan dalam ransum komersial merupakan pendekatan standar di industri pakan karena memungkinkan bahan aktif bekerja dalam proporsi yang terukur sesuai kebutuhan ternak, sehingga dapat meningkatkan pemanfaatan nutrisi serta memperbaiki respons fisiologis ternak

terhadap pakan yang diberikan. Strategi semacam ini membantu meningkatkan efisiensi produksi dan mendukung hasil ternak yang lebih optimal secara konsisten dibanding perlakuan yang tidak menggunakan formula komersial atau menggunakan bahan pakan lokal tanpa perancangan nutrisi yang terstandarisasi (Abbas, 2025). SNI pakan puyuh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. SNI pakan puyuh

No	Komponen (%)	Persyaratan	
		Mutu I	Mutu II
1	Kadar Air (maks)	13,00	13,00
2	Abu (maks)	8,00	9,00
3	Protein kasar (min)	19,00	18,00
4	Lemak kasar (maks)	3,00	3,00
5	Serat kasar (maks)	5,00	5,50
6	Kalsium (Ca)	0,70--1,20	0,70--1,20
7	Fosfor (P) total min	0,50	0,45
8	Aflatoksin total (maks)	40,00	40,00
9	Asam amino:		
	Lisin (min)	1,00	0,90
	Metionin (min)	0,40	0,36

Keterangan: SNI Pakan Puyuh Pertumbuhan 3906 (2022)

2.5 Multienzim

Enzim memiliki peran penting dalam meningkatkan performa dan produktivitas unggas, termasuk puyuh jantan, melalui proses pencernaan yang lebih efisien. Enzim bekerja dengan memecah komponen-komponen kompleks dalam pakan, sehingga nutrisi yang terkandung dapat diserap lebih optimal oleh tubuh puyuh. Enzim memegang peranan krusial dalam membantu proses pencernaan unggas, termasuk puyuh jantan, dengan cara memecah zat kompleks seperti karbohidrat, protein, dan lemak dalam pakan supaya nutrisi dapat terserap lebih maksimal.

Sistem pencernaan puyuh, enzim diproduksi baik oleh tubuh puyuh maupun oleh mikroorganisme yang hidup di saluran pencernaan, khususnya bakteri probiotik yang menghasilkan enzim amilase, protease, dan lipase. Enzim-enzim ini bekerja bersama-sama secara sinergis untuk meningkatkan efisiensi pencernaan nutrisi, sehingga performa dan produktivitas puyuh jantan dapat meningkat melalui pemecahan komponen pakan yang lebih efektif (Kurniawan dan Wadjdi, 2025). Enzim phytase dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Enzim phytase
(Sumber : Podomoro Pultry Experience)

2.5.1 Enzim Xilanase

Enzim xilanase termasuk dalam kelompok enzim yang mampu menguraikan *xylan*. Enzim ini dapat dikategorikan berdasarkan jenis substrat yang diuraikannya, yaitu β -xilosidase, eksoxilanasase, dan endoxilanasase. Contohnya, β -xilosidase dapat menghidrolisis xilooligosakarida rantai pendek menjadi molekul xilosa (Ambarwati *et al.*, 2017). Selain itu, xilanase berfungsi membuka akses enzim-enzim endogen maupun eksogen terhadap protein dan pati di dalam sel endosperma dengan cara memecah arabinoksilan bercabang kompleks pada dinding sel (Palgunadi *et al.*, 2021). Setelah konsumsi pakan, khususnya yang mengandung lemak dan karbohidrat, bagian distal usus akan menghasilkan sinyal fisiologis yang berperan dalam mengatur proses pencernaan. Respons ini dapat menurunkan aktivitas pergerakan saluran pencernaan bagian proksimal serta memperlambat pengosongan lambung. Mekanisme tersebut merupakan bagian

dari sistem umpan balik yang berfungsi mengoptimalkan proses pencernaan dan penyerapan zat nutrisi (Cea *et al.*, 2017).

Xilanase adalah enzim yang menghidrolisis xilan, komponen utama NSP di dalam pakan. Enzim ini membantu memecah serat kompleks menjadi oligosakarida yang lebih sederhana, sehingga meningkatkan pencernaan pakan dan penyerapan nutrisi. Pemberian xilanase dapat memperbaiki performa pertumbuhan dan efisiensi pakan pada puyuh (Kurniawan dan Wajidi, 2025). Efektivitas enzim ini terutama terlihat pada pakan yang mengandung bahan berserat tinggi seperti dedak, di mana xilanase berperan memecah serat kompleks sehingga memperbaiki (Tistiana, 2023). Suplementasi enzim xilanase melalui pakan secara optimal dapat meningkatkan performa pertumbuhan sekaligus efisiensi penggunaan pakan pada produksi unggas, termasuk puyuh jantan.

Fraksi *non-starch polysaccharides* (NSP) seperti *arabinoxylan* dan β -glukan yang dominan dalam dinding sel tanaman (termasuk bahan alternatif seperti dedak padi) dapat meningkatkan viskositas isi usus, menghambat kontak antara nutrisi dan enzim pencernaan, serta menurunkan digesti. Enzim-enzim NSP-degrading seperti *xylanase*, β -glukanase, dan *mannanase* memecah fraksi NSP tersebut, menurunkan viskositas digesta, dan membuka akses nutrisi yang terperangkap dalam matriks sel tanaman (Attia *et al.*, 2023).

2.5.2 Enzim Protease

Penggunaan enzim protease dapat meningkatkan proses hidrolisis protein di usus halus, yang menyebabkan pelepasan peptida dan asam amino, sehingga penyerapan nutrisi menjadi lebih optimal (Olukosi *et al.*, 2016). Protease eksogen dapat membantu memperbaiki pemecahan molekul nitrogen kompleks di saluran pencernaan unggas sehingga potensi pembentukan nitrogen berlebih di usus halus dapat berkurang protease meningkatkan digestibilitas protein dan retensi nitrogen pada unggas (Ladeira *et al.*, 2026).

Protease juga memiliki peranan penting dalam mendukung perkembangan saluran pencernaan dan meningkatkan kesehatan ternak, terutama saat diberikan pakan yang memiliki kandungan protein dengan tingkat kecernaan yang rendah (Liu *et al.*, 2025). Enzim protease bekerja pada substrat protein, terutama bagian protein tidak dapat dipecah secara sempurna oleh sistem pencernaan unggas. Protease membantu memutus ikatan peptida sehingga asam amino bebas dapat terserap lebih efisien (Wibawa *et al.*, 2016).

2.5.3 Enzim Amilase

Enzim amilase memiliki peran penting dalam pencernaan karbohidrat pada unggas karena mampu menghidrolisis ikatan α -1,4-glukosidik dalam pati yaitu polisakarida yang tersusun atas amilosa dan amilopektin, menjadi unit glukosa yang lebih sederhana. Penelitian Kumoro dan Jos. (2018) menunjukkan bahwa suplementasi amilase eksogen dalam ransum unggas dapat meningkatkan aktivitas amilase di saluran cerna serta memperbaiki kecernaan pati dan energi secara keseluruhan, yang selanjutnya berkontribusi pada pemanfaatan nutrisi yang lebih baik dan efisiensi pencernaan karbohidrat. Oleh karena itu, pada puyuh jantan, pemberian suplemen yang meningkatkan aktivitas amilase diharapkan dapat mendukung peningkatan efisiensi pencernaan karbohidrat dan peningkatan utilisasi energi dari ransum unggas (Wolc *et al.*, 2020).

Selain itu, kinerja peningkatan jumlah enzim amilase dalam pakan unggas berperan dalam mempercepat proses pemecahan pati menjadi gula sederhana, sehingga memperbaiki kecernaan nutrisi. Pemberian enzim amilase secara tambahan ini melengkapi enzim amilase yang secara alami dihasilkan oleh unggas, membantu proses hidrolisis pati agar lebih optimal. Dampaknya adalah tersedianya lebih banyak energi yang dapat dimanfaatkan oleh unggas, sehingga mendukung pertumbuhan yang lebih cepat serta peningkatan efisiensi dalam pemanfaatan pakan. Selain itu, penggunaan enzim amilase bersamaan dengan enzim lainnya seperti protease dan xylanase menunjukkan hasil yang positif

dalam meningkatkan bobot badan dan efisiensi pakan pada berbagai jenis unggas, termasuk itik dan puyuh (Palgunadi *et al.*, 2021).

Enzim amilase berperan penting dalam mendegradasi pati yang terdapat pada biji-bijian dan hasil sampingnya, sehingga pencernaan pati meningkat dan menyediakan lebih banyak energi bagi puyuh jantan. Peningkatan ketersediaan energi ini berdampak positif pada efisiensi produksi daging dan telur. Penambahan enzim amilase bersama dengan enzim lain pada fase awal pertumbuhan, terutama dua minggu pertama yang seringkali menjadi masa kritis akibat stres dari perubahan nutrisi, lingkungan, dan status imun, dapat membantu meningkatkan produksi enzim endogen puyuh. Kondisi tersebut, proses pencernaan menjadi lebih optimal dan penyerapan nutrisi lebih maksimal, mendukung pertumbuhan dan performa puyuh jantan (Rahmawati *et al.*, 2018).

2.5.4 Enzim Mananase

Penelitian pada puyuh jantan juga menunjukkan bahwa suplementasi enzim β -mannanase mampu menjaga performa produksi meskipun terdapat penurunan kadar energi pakan, sehingga dapat mendukung pertumbuhan optimal (Iskandar *et al.*, 2015). Mannanase menghidrolisis mannan (polisakarida lain di NSP) menjadi lebih sederhana, sedangkan B-glucanase bekerja pada B-glukan, yang dapat meningkatkan pencernaan nutrisi polisakarida struktural selain hemiselulosa. Kedua enzim ini membantu menurunkan dampak negatif serat kasar terhadap viskositas isi usus (Wibawa *et al.*, 2016).

2.5.5 Enzim B-Glucanase

Enzim β -glucanase memiliki fungsi penting dalam penguraian β -glukan guna meningkatkan mutu dan kualitas bahan pakan (Munyaka *et al.*, 2016). Secara spesifik, enzim β -glucanase menargetkan substrat karbohidrat yang dikenal sebagai β -glukan. Analisis interaksi antara enzim β -glucanase dan substratnya dilakukan dengan metode penambatan molekuler untuk menentukan orientasi

spesifik ikatan molekul ligan (substrat) terhadap reseptor enzim berdasarkan pengukuran nilai afinitasnya (Tumilaar *et al.*, 2021).

2.6 *Hardness*

Hardness (kekerasan) merupakan salah satu parameter fisik daging yang menggambarkan tingkat kekuatan atau resistensi daging terhadap tekanan atau gaya mekanis. Penelitian Mulyani *et al.*, (2020) yang membandingkan kualitas fisik daging puyuh afkir, jantan, dan betina, ditemukan bahwa daging puyuh jantan memiliki nilai *hardness* rata-rata sekitar 0,64 kg/cm², yang lebih rendah dibandingkan daging puyuh afkir dan mendekati nilai *hardness* daging puyuh betina. Hal ini menunjukkan bahwa daging puyuh jantan relatif lebih empuk, yang disebabkan oleh struktur jaringan otot dan kadar lemak intramuskular yang berbeda antara jenis kelamin (Mulyani *et al.*, 2020).

Keempukan daging dipengaruhi oleh sejumlah faktor fisik dan kimiawi, termasuk pH daging, kemampuan protein dalam mengikat air (*water-holding capacity/WHC*), susut masak, dan struktur mikro jaringan otot. Perubahan pH setelah pemotongan berperan penting dalam mutu daging karena pH yang menurun menuju titik isoelektrik protein menyebabkan kemampuan protein dalam menahan air menjadi minimal, sehingga WHC menurun dan *hardness* meningkat. Sebaliknya, pH yang berada lebih jauh dari titik isoelektrik memungkinkan protein mempertahankan muatan listrik yang lebih tinggi, meningkatkan pengikatan air dan menurunkan *hardness*, sehingga daging menjadi lebih empuk (Sristi *et al.*, 2025).

Selain itu, kandungan lemak intramuskular dapat berperan dalam memengaruhi kekerasan (*hardness*) daging. Lemak yang terdistribusi di antara serabut otot (*intramuscular fat*) cenderung meningkatkan keempukan dan juiciness daging karena dapat melemahkan struktur jaringan otot, menyumbang lemak yang lebih mudah leleh daripada protein, serta meningkatkan persepsi kelembapan saat dimasak. Oleh karena itu, daging dengan kandungan lemak intramuskular yang

lebih tinggi umumnya menunjukkan nilai kekerasan yang lebih rendah karena transition lemak saat pemasakan membantu mengurangi hambatan mekanik pada jaringan otot (Zhang *et al.*, 2022).

Puyuh jantan, kadar lemak intramuskular umumnya lebih rendah daripada betina, sehingga menghasilkan perbedaan *hardness* yang signifikan (Mulyani *et al.*, 2020). Pemberian suplemen seperti multienzim dan spirulina pada pakan dapat memengaruhi *hardness* daging puyuh jantan melalui mekanisme peningkatan penyerapan nutrisi dan perbaikan struktur otot, sehingga berpotensi menurunkan nilai *hardness* dan menghasilkan daging yang lebih empuk dan bernutrisi (Fitri., 2019).

Hardness atau kekerasan daging merupakan parameter tekstur penting yang menentukan tingkat keempukan daging saat dikonsumsi. Menurut Mulyani (2021), daging puyuh jantan memiliki nilai *hardness* sekitar 0,64 kg/cm², yang lebih rendah dibanding puyuh betina, menandakan daging puyuh jantan relatif lebih empuk. Kekerasan daging dipengaruhi oleh struktur jaringan otot, kandungan kolagen, serta perlakuan paska panen. Kualitas kelembutan ini sangat berpengaruh pada penerimaan konsumen terhadap produk daging puyuh (Mulyani, 2021).

2.7 Daya Ikat Air

Daya Ikat Air (DIA) merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kualitas daging yang berkaitan erat dengan kemampuan jaringan daging dalam menahan air. Dengan demikian, DIA berkontribusi langsung terhadap aspek kualitas produk daging. DIA mengindikasikan kapasitas daging untuk mempertahankan air dalam jaringan ototnya (Fausiah *et al.*, 2019). Tingkat keasaman (pH) adalah salah satu faktor utama yang memengaruhi kemampuan daging untuk menahan air (*water-holding capacity/WHC*). Penurunan pH pascapemotongan menyebabkan perubahan muatan listrik dan denaturasi protein otot, yang mengubah struktur jaringan dan mengurangi jumlah situs pengikatan

air akibatnya, semakin rendah nilai pH, terutama ketika mendekati titik isoelektrik protein, semakin menurun kemampuan daging untuk mempertahankan air. Perubahan ini juga dipengaruhi oleh komponen struktural seperti jaringan ikat dan protein miofibrillar, yang turut berperan dalam dinamika WHC daging (Wang *et al.*, 2022). Hubungan antara DIA dan pH daging bersifat positif, DIA meningkat seiring dengan naiknya pH. Penelitian oleh Mulyani (2021) menunjukkan bahwa puyuh jantan memiliki rerata daya ikat air sebesar 42,27%, lebih rendah dibandingkan puyuh betina. Daya ikat air yang baik akan mengurangi susut masak dan menjaga kelembutan daging. Penurunan daya ikat air akan menyebabkan peningkatan susut masak atau kehilangan berat saat proses memasak, yang berujung pada kualitas daging yang menurun.

Penelitian pada puyuh menunjukkan bahwa kadar serat kasar dalam pakan yang terlalu tinggi dapat menurunkan performa pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan karena pengaruhnya terhadap lama tinggal pakan di saluran pencernaan serta gangguan mekanisme penyerapan nutrisi (Lokapirnasari., 2015). Oleh karena itu, pengelolaan kandungan serat kasar dalam formulasi ransum sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan kesehatan puyuh jantan. Menurut Soeparno (2015), ketika pH daging bergerak menjauhi titik isoelektrik protein, baik lebih tinggi atau lebih rendah, DIA akan meningkat. Kondisi pH yang lebih rendah dari titik isoelektrik, terdapat kelebihan muatan positif yang menyebabkan tolakan antar miofilamen, sehingga ruang untuk molekul air bertambah. Daging dengan nilai DIA yang rendah berisiko mengalami kehilangan cairan yang signifikan, sehingga berat daging menyusut. Penurunan DIA ini berbanding lurus dengan peningkatan susut masak, yang pada akhirnya menurunkan mutu daging akibat degradasi komponen penting.

Lebih lanjut, Kartikasari *et al.* (2018) menyatakan bahwa konsumsi pakan berperan dalam mempengaruhi nilai DIA. Kandungan protein dalam daging juga berkorelasi positif dengan DIA, sedangkan kadar lemak yang rendah cenderung meningkatkan proporsi protein dan berdampak pada peningkatan daya ikat air. Studi oleh Ollong *et al.* (2019) menegaskan bahwa peningkatan protein daging

yang diiringi dengan penurunan lemak mampu meningkatkan kemampuan proteinnya dalam mengikat air, sehingga DIA menjadi lebih tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Yanti *et al.* (2023) menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada DIA akibat pemberian jenis pakan komersial yang berbeda. Variasi ini disebabkan oleh perbedaan kadar protein dalam masing-masing pakan yang diberikan, yang kemudian mempengaruhi kapasitas daging dalam mengikat air pada setiap perlakuan.

2.8 Susut Masak

Susut masak merupakan persentase penurunan bobot daging setelah proses pemasakan (misalnya direbus, dipanggang, atau digoreng) dibandingkan dengan bobot awal sebelum dimasak. Semakin rendah persentase susut masak menunjukkan bahwa sedikit cairan dan nutrisi yang terbuang selama memasak. Sebaliknya, persentase susut masak yang tinggi menandakan kehilangan air dan nutrisi yang lebih signifikan (Fausiah *et al.*, 2019).

Daging dengan susut masak yang rendah umumnya memiliki kualitas lebih baik dibandingkan yang memiliki susut masak tinggi, karena kandungan nutrisi yang terjaga selama proses pemasakan lebih banyak. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya susut masak antara lain adalah suhu dan durasi pemasakan. Kenaikan suhu memasak akan menyebabkan peningkatan keluarnya cairan dari daging hingga mencapai titik tertentu yang stabil. Selain itu, tingkat susut masak juga dipengaruhi oleh kerusakan membran sel, jumlah air yang keluar dari jaringan daging, lama penyimpanan, degradasi protein, serta kemampuan daging dalam mengikat air (Vasquez *et al.*, 2019).

Susut masak merupakan persentase penurunan berat daging setelah dimasak yang dipengaruhi oleh kemampuan daging dalam mengikat air. Daging puyuh jantan, nilai susut masak biasanya berkisar antara 2,98% hingga 31,70%, dengan variasi yang signifikan antar jenis kelamin dan kondisi daging (Oktaviana *et al.*, 2016).

Susut masak yang rendah mencerminkan kemampuan daging dalam menjaga kandungan cairan selama proses pemasakan, sehingga berat dan nilai gizi daging terjaga dengan baik. Hubungan ini sangat erat dengan sifat daya ikat air pada daging; semakin tinggi kemampuan daging dalam mengikat air, maka semakin sedikit cairan dan nutrisi yang hilang pada saat dimasak. Oleh karena itu, daging dengan nilai susut masak rendah biasanya memiliki kualitas yang lebih unggul karena kerugian nutrisi selama pemasakan dapat diminimalkan, yang menandakan peran penting protein dalam mempertahankan cairan daging selama pemasakan (Silaban *et al.*, 2021).

Selain itu, faktor-faktor seperti pH daging, ukuran dan berat sampel, serta struktur otot juga memengaruhi besar atau kecilnya susut masak pada daging unggas. Secara umum, susut masak pada daging unggas dapat bervariasi dari 1,5% hingga 54,5%, dengan rentang yang paling umum antara 15% hingga 40. Perbedaan susut masak juga dapat dipengaruhi oleh kandungan lemak intramuskular yang dapat menghambat keluarnya cairan selama pemanasan (Harsita *et al.*, 2024).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 35 hari pada September 2025--November 2025 di Kandang Rumah Puyuh Mandiri, Jl Teuku Cik Ditiro Gg Melati 2 No.95 Kemiling Bandar Lampung. Analisis kualitas daging dilaksanakan di Laboratorium analisis hasil pertanian jurusan teknologi hasil pertanian & Laboratorium produksi ternak jurusan peternakan Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas kandang baterai puyuh dengan ukuran $100 \times 40 \times 40$ cm, 2 lantai sebanyak 20 unit, tempat pakan dengan kapasitas 1 kg dan tempat minum dengan kapasitas 1 liter masing-masing sebanyak 20 unit, lampu pemanas, timbangan digital dengan ketelitian 0,1g 1 unit, ember plastik, sprayer tangan, hygrometer, satu set alat tulis beserta *recording*, 7 tray feses, sapu lidi, pengki, dan skrap feses. Pengelolaan sampel membutuhkan alat berupa gunting, pisau, nampan, plastik asoy atau kresek, plastik PE, timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g 1 unit dan tempat sampah.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu day old quail (DOQ) sebanyak 200 ekor dengan rata-rata bobot ($55,55 \pm 0,60$) g/ekor dengan KK 1,08 pada umur 3 minggu. Puyuh dipelihara hingga umur 8 minggu sesuai

dengan perlakuan penelitian. Bahan pakan yang digunakan terdiri dari ransum komersil BR-11 80% + dedak 20%, penambahan spirulina sebanyak 0,5%, serta multienzim phytase yang mengandung enzim *phytase*, *xynalase*, *selulase*, *amilase*, *lipase*, dan *protease* dengan dosis 0,0001 g/kg. Air minum diberikan secara ad libitum dan diganti setiap hari. Komposisi dan kandungan nutrisi bahan penyusun ransum dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Kandungan label nutrisi bahan penyusun

Zat Nutrien	BR - 11 (%)	Dedak (%)
Kadar Air	Maks 12	9,70
Kadar Protein Kasar	Min 22	9,50
Kadar Lemak Kasar	Min 5	14,03
Kadar Serat Kasar	Maks 5	10,50
Kadar Abu	Maks 8	10,45
Kalsium	0,80--1,10	0,03
Fosfor	Min 0,5	0,48
Lisin	Min 1,20	0
Metionin	Min 0,45	0
Metionin + Sistin	Min 0,80	0
Triptofan	Min 0,19	0
Treonin	Min. 0,75	0

Sumber : Fathul *et al.* (2023)

Tabel 3. Kandungan nutrisi perlakuan

Kandungan Nutrien	P0 (%)	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	SNI	Energi
					Pakan (%)	Metabolisme (kkal/kg)
Air	11,54	11,54	11,57	11,57	13	Maks 13
Protein Kasar	19,50	19,50	19,80	19,80	17	17--20
Lemak Kasar	6,81	6,81	6,87	6,87	3	3--7
Serat Kasar	6,16	6,16	6,18	6,18	6,00	Maks 7
Abu	8,49	8,49	8,52	8,52	8	Maks 8--9
Kalsium	0,89	0,89	0,89	0,89	1,2	0,9--1,2
Fosfor	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55	0,4--0,06
Lisin	0,96	0,96	2,41	2,41	1	1,0
Metionin	0,36	0,36	1,06	1,06	0,4	0,4
Metionin +						
Sistin	0,64	0,64	0,65	0,65	0	0,6--0,7
Triptofan	0,15	0,15	0,60	0,60	0	0,6--0,8
Treonin	0,60	0,60	2,20	2,20	0	0,15--0,02

Sumber : SNI Pakan Puyuh 3906 (2022)

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan. Perlakuan yang diberikan adalah:

P0 : Ransum basal (ransum komersil BR-11 + 20% dedak)

P1 : Ransum basal + multyenzim 0,0001 g/kg

P2 : Ransum basal + spirulina 0,5%

P3 : Ransum basal + spirulina 0,5% + multienzim 0,0001 g/kg

Setiap perlakuan terdiri 5 ulangan sehingga terdapat 20 petak percobaan, setiap petak berisi 10 ekor burung puyuh jantan, sehingga total burung puyuh yang digunakan sebanyak 200 ekor. Tata letak rancangan penelitian disajikan pada Gambar 3.

P2U1	P0U1	P3U1	P1U1
P3U2	P2U2	P1U2	P0U2
P1U3	P0U3	P2U3	P3U3
P0U4	P3U4	P2U4	P1U4
P0U5	P2U5	P3U5	P1U5

Gambar 3. Tata letak kandang penelitian

Keterangan:

P : Perlakuan

U : Ulangan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan kandang

Persiapan kandang yang dilakukan pada penelitian ini yaitu

1. membersihkan kandang dari debu, kotoran, dan sisa pakan dengan sapu atau sikat;
2. mencuci baki feses, tempat pakan, dan tempat minum menggunakan air bersih

- dan detergen;
3. membilas peralatan hingga tidak ada sisa bahan kimia atau busa sabun;
 4. menyemprot kandang dan peralatan dengan desinfektan menggunakan sprayer/fogger;
 5. mengeringkan kandang dan peralatan dengan cara dijemur atau dibiarkan kering alami;
 6. memasang peralatan kandang (tempat pakan, minum, baki feses, lampu, timer, termometer, dan hygrometer);
 7. menyiapkan footbath berisi desinfektan di pintu masuk kandang untuk biosekuriti;
 8. mengatur sirkulasi udara dan pencahayaan sesuai kebutuhan puyuh umur 3 minggu;
 9. melakukan pengacakan penempatan puyuh ke dalam unit kandang sesuai rancangan penelitian.

3.4.2 Teknis penambahan multienzim dan spirulina dalam pakan

Teknis penambahan multienzim dan spirulina dalam pakan puyuh jantan pada penelitian ini yaitu

1. menyiapkan bahan pakan sesuai formulasi ransum, dedak, spirulina, dan multienzim 0,0001 g/kg;
2. menimbang bahan pakan sesuai kebutuhan harian, dengan komposisi: ransum komersil BR-11 + dedak 20%, spirulina 0,5%, dan atau multienzim 0,0001 g/kg;
3. melakukan pencampuran awal (*premixing*) dengan cara mencampurkan multienzim dan atau spirulina ke dalam sebagian kecil bahan pakan halus (misalnya dedak) hingga merata;
4. menggabungkan *premixing* multienzim dan atau spirulina tersebut ke dalam campuran pakan, kemudian diaduk hingga homogen;
5. pemberian pakan dilakukan secara *ad libitum* dua kali sehari, yaitu pada pagi

hari pukul 08.00 WIB dan sore hari pukul 17.00 WIB, sesuai dengan masing-masing perlakuan.

3.4.3 Pelaksanaan pemeliharaan

Pelaksanaan pemeliharaan puyuh jantan pada penelitian ini yaitu

1. melakukan penimbangan bobot awal burung puyuh pada umur 3 minggu sebagai data bobot awal, kemudian dilakukan penimbangan setiap minggu sekali untuk mengetahui pertambahan bobot badan;
2. memberikan pakan perlakuan (ransum basal dengan penambahan spirulina 0,5% dan atau multienzim sesuai perlakuan) secara *ad libitum*, serta menimbang jumlah pemberian dan sisa pakan setiap minggu untuk mengetahui konsumsi pakan dan konversi ransum;
3. memisahkan burung puyuh sebanyak 10 ekor pada masing-masing unit perlakuan sejak awal penelitian;
4. menyalakan lampu sebagai penerangan pada malam hari dan menjaga pencahayaan sesuai kebutuhan burung puyuh;
5. memberikan air minum secara *ad libitum* dengan mengganti setiap hari; air minum bersih tanpa penambahan zat lain. mengukur suhu dan kelembapan kandang setiap hari pada pukul 08.00, 12.00, dan 17.00 WIB menggunakan termometer digital dan hygrometer;
6. melakukan pencucian tempat pakan dan minum setiap hari, serta membersihkan baki feses dan lingkungan kandang untuk menjaga kebersihan dan kesehatan burung puyuh;
7. mencatat mortalitas (jika ada) selama penelitian berlangsung.
8. mengamati kondisi kesehatan burung puyuh setiap hari, termasuk aktivitas, nafsu makan, kondisi bulu, serta kualitas feses.

3.5 Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi daya ikat air, susut masak dan *hardness*.

3.6 Prosedur Pengambilan Sampel

Prosedur pengambilan sampel daging puyuh jantan pada penelitian ini yaitu

1. menimbang semua bobot akhir puyuh (bobot pada minggu ke-8) pada setiap petak;
2. menghitung rata-rata berat puyuh per petak;
3. mengambil 1 ekor puyuh yang mendekati berat rata-rata pada setiap petak;
4. memuasakan burung puyuh selama 4 jam sebelum pemotongan, namun tetap diberikan air minum;
5. melakukan pemuasaan dan melakukan penyembelihan puyuh jantan dengan metode *kosher*, yaitu memotong arteri karotis, vena jugularis dan esofagus sehingga darah berhenti mengalir;
6. mencabut bulu puyuh jantan dan membersihkannya menggunakan air;
7. memotong puyuh jantan menjadi karkas dengan cara memotong kepala, leher, kaki dan mengeluarkan organ dalam (proventrikulus, *gizzard*, hati, pankreas, usus halus, empedu, usus halus, usus besar, dan usus buntu) kemudian dilakukan penimbangan bobot karkas.

3.7 Prosedur Pengukuran Parameter

Pengukuran parameter penelitian ini sebagai berikut

1. Daya Ikat Air

Langkah-langkah pengukuran daya ikat air daging menurut (Joo *et al.* , 2013) dapat dilakukan dengan cara:

- a. menimbang sampel 0,28—0,32 gram;
- b. meletakkan sampel pada kertas saring berukuran 5x5 diantara dua kaca datar (25x25 cm);

- c. meletakkan pemberat sebesar 10 kg diatas kaca dan dibiarkan selama 5 menit;
- d. menimbang kembali sampel daging;
- e. menghitung daya ikat air dengan rumus :

$$\% \text{ Daya Ikat Air} = 100\% - [(W_0 - W_1) / W_0] \times 100\%$$

Keterangan :

W₀ : berat awal sampel

W₁ : berat sampel setelah pemanasan

2. Susut Masak

Langkah-langkah pengukuran susut masak menurut (Soeparno, 2015)

dilakukan dengan cara:

- a. sampel daging dada puyuh jantan dipotong dengan berat sekitar 10--20 g / sesuai potongan;
- b. sampel dimasukkan ke dalam kantong plastik tahan panas (*polyethylene*) untuk proses perebusan;
- c. perebusan dilakukan pada suhu 80°C selama 10 menit;
- d. setelah perebusan, sampel daging diangkat dari plastik dan dipisahkan dari air kaldu yang ada, diletakkan pada tisu;
- e. mendinginkan sampel diletakkan pada tisu hingga dingin dan timbang kembali;
- f. menghitung nilai susut masak menggunakan rumus :

$$\text{Susut Masak (\%)} = \frac{\text{berat sebelum masak} - \text{berat setelah masak}}{\text{berat sebelum masak}} \times 100\%$$

3. *Hardness*

Langkah-langkah pengukuran *hardness* pada daging puyuh jantan menurut metode Soeparno (2015) adalah

- a. sampel daging dipotong dengan ukuran seragam sekitar 2x2x1 cm;
- b. sampel diletakkan di atas plat uji mesin penguji tekstur (*texture analyzer*);
- c. pengujian *hardness* dilakukan dengan metode dwitimbang (two-cycle compression test) pada kecepatan tetap, misalnya 1 mm/s, hingga deformasi maksimal terjadi;

- d. nilai *hardness* diambil dari puncak kekuatan (peak force) pada siklus kompresi pertama, yang dilaporkan dalam satuan Newton (N) atau kg/cm²;
- e. pengukuran dilakukan minimal 3 kali per sampel untuk memperoleh nilai rata-rata *hardness*;
- f. hasil *hardness* dianalisis untuk mengetahui tingkat kekerasan daging sebagai salah satu parameter kualitas fisik.

Pengukuran kekerasan *hardness* daging puyuh jantan dilakukan menggunakan metode *Texture Profile Analysis* (TPA) dengan alat *texture analyzer*. Metode TPA dilakukan melalui dua siklus kompresi berturut-turut terhadap sampel daging yang telah dipotong dengan ukuran seragam. Nilai kekerasan *hardness* ditentukan berdasarkan puncak gaya maksimum pada siklus kompresi pertama. Setiap sampel diuji minimal dua kali, kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh nilai yang representatif terhadap sifat fisik daging.

3.8 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf nyata 5%. Apabila terdapat pengaruh yang signifikan, maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan (Gubali, 2021).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. pemberian multienzim, spirulina, dan kombinasi keduanya berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap daya ikat air daging puyuh jantan, namun tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap susut masak dan *hardness*;
2. perlakuan dengan suplementasi multienzim, spirulina, maupun kombinasi keduanya menghasilkan nilai daya ikat air yang sama baiknya dan lebih tinggi dibandingkan kontrol.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka penulis menyarankan perlu adanya penelitian lanjutan dengan variasi dosis multienzim dan spirulina yang lebih tinggi serta waktu pemberian lebih awal untuk mengetahui pengaruh terhadap, susut masak, dan *hardness* pada puyuh jantan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, B.A., & Nurdianti R.R. (2025). Feed Additives Used in Nutrition and Improve Poultry Performance and Health: A Review. *Iraqi J. Vet. Med.* 49(1):31-44.
- Abdelfatah, S.H., Yassin, A.M., Khattab, M.S., Abdel-Razek, A. S., Saad, A.H., (2024). *Spirulina Platensis* as a Growth Booster for Broiler: Insights into Their Nutritional, Molecular, Immunohistopathological, and Microbiota Modulating Effects. *BMC Vet. Res.* 20(2), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105874>
- Aditif, P., Daun, E., & Carica, P. (2022). The Effect of Papaya Leaf Extract (*Carica papaya* L.) in Drinking Water on the Physical Quality of Joper Chicken Meat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 25(2), 85-90. <https://doi.org/10/.24843/MIP.2022.v25.i02.p05>
- Al-Arief, M. A., Wahyuni, R. S., & Aksono, E. B. (2021). Potensi Dedak Padi yang Difermentasi dengan Enzim Fitase dalam Pakan Basal terhadap Kolesterol Total Darah Ayam Petelur. *Journal of Basic and Clinical Medical Veterinary*, 9(2), 92-98. <https://e-journal.unair.ac.id/JBMV>
- Algothmi, K. M., Mahasneh, Z. M. H., Abdelnour, S. A., Khalaf, Q. A. W., Noreldin, A. E., Barkat, R. A., Khalifa, N. E., Khafaga, A. F., Tellez-Isaias, G., Alqhtani, A. H., & Swelum, A. A. (2021) Protective Impacts of Mitochondria Enhancers against Thermal Stress in Poultry. *Poultry Science*, 103(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103218>
- Ambarwati, L., Iriyanti, N., & Mufti, M. (2017). Penggunaan Natizyme pada Pakan yang Mengandung Kulit Ari Kedelai (KAK) Ditinjau dari Respon Fisiologi dan Performans Ayam Kampung. *Saintek Peternakan dan Perikanan*, 1(1), 7-15.
- Andriani, R., Sayuti, M., & Gubali, S. I. (2022). Kandungan Protein Kasar, Serat Kasar dan Energi Formulasi Ransum Burung Puyuh Petelur dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *Gorontalo Journal of Equatorial Animals*, 1(2), 93-98. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/gijea>

- Aprilinita, W., Kaharuddin, D., & Santoso, U. (2024). Penggunaan Terasi Dedak terhadap Performa dan Berat Organ dalam Ayam Broiler. *Buletin Peternakan Tropis*, 5(1), 8-14. <https://doi.org/10.31186/bpt.5.1.8-14>
- Attia, Y. A., Al-Khalafah, H. S., Alqhtani, A. H., Abd El-Hamid, H. S., Alyileili, S. R., Bovera, F., & El-Shafey, A. A. (2022). The Impact of Multi-Enzyme Fortification on Growth Performance, Intestinal Morphology, Nutrient Digestibility, and Meat Quality of Broiler Chickens Fed Standard or Low-Density Diets. *Frontiers in Veterinary Science*, 9-13, <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1012462>
- Attia, Y. A., Ashour, E. A., Nagadi, S. A., Farag, M. R., Bovera, F., & Alagawany, M. (2023). Rice Bran as an Alternative Feedstuff in Broiler Nutrition and the Impact of Liposorb and Vitamin E-Se on Performance, Carcass Traits, Blood Biochemistry, and Antioxidant Indices. *Veterinary Sciences*, 10(1), 1-13. <https://doi.org/10.3390/vetsci10040299>
- Harsita, P. A., Herlina, & Najah, S. (2024). Daya Ikat Air, Keempukan, Kadar Abu, dan Susut Masak Nugget Ayam KUB dengan Penambahan Tepung Daun Kelor. *Jurnal Ilmu Peternakan*, 21(2), 224-237. <http://dx.doi.org/10.24014/jupet.v21i2:31832>
- Azizen, B., Rokhana, E., & Akbar, M. (2022). Pengaruh Pembatasan Pakan pada Puyuh Petelur (*Coturnix coturnix japonica*) terhadap Produksi Telur Fase Awal Produksi. *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*, 7(1), 60-64. <https://doi.org/10.32503/fillia.v7i1.2342>
- Baéza, E., Guillier, L., & Petracci, M. (2022). Production Factors Affecting Poultry Carcass and Meat Quality Attribute. *Animal: The International Journal of Animal Biosciences*, 16(1), 2-12. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100331>
- Bowker, B., S. Hawkins, & H. Zhuang. (2020). Measurement of Water-Holding Capacity in Raw and Freeze-Dried Broiler Breast Meat with Visible and Near-Infrared Spectroscopy. *Poultry Science*, 94(1):1657-1664. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev120>
- Breed, A. A., Hussein, E. O. S., Suliman, G. M., Abudabos, A. M., Alowaimier, A. N., Ahmed, S. H., El-Hack, M. E. A., Alagawany, M., Swelum, A. A., Tinelli, A., Tufarelli, V., & Laudadio, V. (2019). Effect of a Low-Energy and Enzyme-Supplemented Diet on Broiler Chicken Growth, Carcass Traits, and Meat Quality. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(2), 297-304. <https://doi.org/10.5194/aab-62-297-2019>

- Budiansyah, A., Haroen, U., Resmi, R., Syafwan, S., & Ramlah, R. (2023). Performa Ayam Broiler yang Diberi Perlakuan Cairan Rumen Kerbau sebagai Sumber Enzim dalam Ransum Berbasis Jagung dan Bungkil Kedelai. *Buletin Peternakan Tropis*, 4(1), 69-87. <https://doi.org/10.31186/bpt.4.1.69-87>
- Cea, L. A., Puebla, C., Cisterna, B. A., Escamilla, R., Vargas, A. A., Frank, M. (2016). Fast Skeletal Myofibers of mdx Mouse, Model of Duchenne Muscular Dystrophy, Express Connexin Hemichannels That Lead to Apoptosis. *Life Sci.* 73(2), 2583-2599. [doi: 10.1007/s00018-016-2132-2](https://doi.org/10.1007/s00018-016-2132-2)
- Choi, J.; Marshall, B.; Ko, H.; Shi, H.; Singh, A.K.; Thippareddi, H.; Holladay, S.; Gogal, R.M., Jr.; Kim, W.K. (2023). Antimicrobial and Immunomodulatory Effects of Tannic Acid Supplementation in Broilers Infected with Salmonella Typhimurium. *Sci*, 13(1), 1-12. <https://doi.org/10.3390/ani13081386>
- Costa, M. M., Spínola, M. P., Tavares, B., Pestana, J. M., Tavares, J. C., Martins, C. F., Alfaia, C. M., Carvalho, D. F. P., Mendes, A. R., Ferreira, J. I., Mourato, M. P., Lordelo, M. M., & Prates, J. A. M. (2024). Effects of High Dietary Inclusion of *Arthrospira platensis*, Either Extruded or Supplemented with a Super-Dosing Multi-Enzyme Mixture, on Broiler Growth Performance and Major Meat Quality Parameters. *Poultry Science*, 20(1), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04027-6>
- Dewi, R., Sujana, E., & Anang, A. (2016). Performa Pertumbuhan Puyuh Petelur Jantan Hasil Persilangan Warna Bulu Hitam dan Cokelat. *Jurnal Ilmu Ternak*, 16(1), 1-9.
- Dias, A. N., Reis, T. L., Quintero, J. C. P., & Calixto, L. F. L. (2020). *Fiber Levels in Laying Quail Diets. Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92(3), 1-11. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190650>
- El-Hack, M. E. A., Ibrahim, Z. A., Ahmed, S. A., Salah, A. S., Osman, A., Swelum, A. A., Suliman, G. M., Tellez-Isaias, G., Alagawany, M., & El-Zaher, H. A. A. (2023). Growth, Carcass Criteria, and Blood Biochemical Parameters of Growing Quails Fed *Arthrospira Platensis* as a Feed Additive. *Poultry Science*, 102(12), 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103205>
- El-Shall, N. A., Jiang, S., Farag, M. R., Azzam, M., Al-Abdullatif, A. A., Alhotan, R., Dhama, K., & Hassan, F. (2023). Potential of *Spirulina platensis* as a Feed Supplement for Poultry to Enhance Growth Performance and Immune Modulation. *Frontiers in Immunology*, 14(2), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1072787>
- El-Tarabany MS, Nassan MA., & Salah AS. (2021) Royal Jelly Improves the Morphology of the Reproductive Tract, Internal Egg Quality, and Blood Biochemical Parameters in Laying Hens at the Late Stage of Production. *Animals*, 10(1), 1-11. <https://doi.org/10.3390/ani11071861>

- Fausiah, A., Rab, S. A., & Astuti, A. T. B. (2019). Kualitas Fisik Daging Persilangan Ayam Kampung Broiler pada Kepadatan Kandang yang Berbeda. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 73-75. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v4i2.500>
- Fitri, C. R. N., Sofyan, & Kadir, I. (2019). Skala Usaha yang Menguntungkan Peternak Sapi Potong di Kecamatan Ingin Jaya Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(4), 243-252.
- Gallardo, C., Dadalt, J. C., & Neto, M. A. T. (2020). Carbohydrases and Phytase with Rice Bran: Effects on Amino Acid Digestibility and Energy use in Broiler Chickens: *The International Journal of Animal Biosciences*, 14(3), 482-490. <https://dx.doi.org/10.1017/S1751731119002131>
- Goto, T., Konno, S., & Konno, M. (2023). Establishment of Wild-Derived Strains of Japanese Quail (*Coturnix japonica*) in Field and Laboratory Experiments. *Biology*, 12(8), 1-14. <https://doi.org/10.3390/biology12081080>
- Gubali, S. I. (2021). Pertumbuhan Burung Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) Umur 3 Minggu dengan Perbedaan Kepadatan di dalam Kandang. *Jambura Journal of Animal Science*, 4(1), 79-87. <https://doi.org/10.35900/jjas.v4i1.12003>
- Hanifah, F. N., Soepranianondo, K., Soeharsono, S., Arif, A. Al, Lokapirnasari, W. P., Harijani, N., Hadijah, S., & Hutabarat, M. R. T. (2019). Performa Produksi dan Analisis Usaha Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) yang Diberi Substitusi Black Soldier Fly larvae (BSFL) pada Pakan Komersil. *Jurnal Sain Veteriner*, 37(2), 219-224. <https://doi.org/10.22146/jsv.49067>
- Hastuti, T. (2017). Pengaruh Penambahan Tepung Tanaman Meniran (*Phyllanthus niruri L.*) dalam Ransum terhadap Pertumbuhan Ayam Broiler. *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*, 11(2), 723-730.
- Hidayat, C., S., & Iskandar, S. (2022). Growth Responses of Native Chicken Sentul G-3 on Diet Containing High Rice-Bran Supplemented with Phytase Enzyme and ZnO. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 19(3), 193-202. <https://doi.org/10.14334/jitv.v19i3.1082>
- Hong, J., Perez-Palencia, J., Patterson, R., & Levesque, C. (2025). Effects of Protease Supplementation on the Ileal Digestibility of Amino Acids for Protein Ingredients in Broiler Chickens. *Poultry Science*, 104(3), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105605>
- Husna, F., Ginting, R. B., & Warisman, W. (2024). Pemanfaatan Tepung Overripe Tempe terhadap Kecernaan Protein Puyuh Petelur (*Coturnix Coturnix Japonica*). *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 4(6), 3249-3258

- Holman, B. W. B. Kashani, A., & Malau-Aduli, A. E. O., (2013): Growth and Body Conformation Responses of Genetically Divergent Australian Sheep to Spirulina (*Arthrospira Platensis*) Supplementation. *American Journal of Experimental Agriculture*, 97(2), 615-620. [DOI: 10.1111/j.1439-0396.2012.01328.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2012.01328.x) [REVIEW](#)
- Isazaei, A., Bagherzadeh-Kasmani, F., Ghazaghi, M., & Mehri, M. (2025). Dietary Supplementation of Spirulina Powder (*Arthrospira Platensis*) Enhances Growth, Antioxidant Status, Immune Function, and Cardiac Health in Japanese Quails. *Poultry Science*, 104(11), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105874>
- Jawwad Imranuzzaman, M., Hossain, H., Pory, F. S., Dipsana, K. C., Haque, M. S., Akter, S., Dey, P. R., Rahman, M. A., Shovon, M. A. I., Rahman, M. M., Islam, M. S., & Rahman, M. M. (2025). Phytase Supplementation in Broilers: Influence on Growth Performance and Physiological Health. *Journal of Advanced Biotechnology and Experimental Therapeutics*, 8(2), 342-352. <https://doi.org/10.5455/jabet.2025.28>
- Jha, R., Das, R., Oak, S., Mishra, P. (2020). Probiotics (direct-fed microbials) in Poultry Nutrition and Their Effects on Nutrient Utilization, Growth and Laying Performance, and Gut Health: a Systematic Review. *Animals*. 10(10), 1-13.
- Joo, S.T., Kauffman, R.G., Kim, B.C., Kim, C.J. (2013). The Relationship Between Color and Water-Holding Capacity in Postrigor Porcine Longissimus Muscle. *Journal of Muscle Foods*, 6(3), 211- 226. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1995.tb00568.x>
- Kamaludin, A. M. R., & Holik, H. A. (2022). Artikel ulasan: Kandungan Senyawa Kimia dan Aktivitas Farmakologi *Spirulina* sp. *Indonesian Journal of Biological Pharmacy*, 2(2), 59-66. <https://doi.org/10.24198/ijbp.v2i2.38269>
- Kartikasari, L. R., Hertanto, B. S., Santoso, I., & Patriadi Nuhriawangsa, A. M. (2018). Kualitas Fisik Daging Ayam Broiler yang Diberi Pakan Berbasis Jagung dan Kedelai dengan Suplementasi Tepung Purslane (*Portulaca oleracea*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 12(2), 64-71. <https://doi.org/10.33005/jtp.v12i2.1290>
- Khan. (2022). Morphology and Meat Quality in Broilers Fed low-ME Diets. *Animals*, 12(1), 1-13. <https://doi.org/10.3390/ani12091126>
- Kurniawan, P., & Wajdi, M. F. (2025). Manipulasi Daya Cerna Konsentrat Daun Kelor pada Energi Metabolis Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) Berbasis Enzim Non-Starch Polysaccharides (NSP). *Rekasatwa Jurnal Ilmiah Peternakan*, 7(1), 1-8. <https://doi.org/10.33474/rekapet.v7i1.23599>

- Ladeira, D., Santos, F., Jean, D., Valentim, K., Aparecida, R., de Freitas, H. L. R., Levy, D. O., Reis, L. T., & Barbosa, V. (2026). Protease Enzyme in Broiler Diets on the Nutritional Quality of Soybean Meals from Different Origins. *Journal of Animal Nutrition*, 58 (53) 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11250-026-04851-y>
- Lestingi, A., Alagawany, M., Cerbo, A. Di, Crescenzo, G., & Zizzadoro, C. (2024). Spirulina (*Arthrospira platensis*) used as Functional Feed Supplement or Alternative Protein Source: a Review of the Effects of Different Dietary Inclusion Levels on Production Performance, health Status, and Meat Quality of Broiler Chickens. *Life*, 14(1), 1-74. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105456>
- Liu, Y., Gu, Q., Huang, M., Zhao, Y., Guo, Z., Zuo, H., Zhu, L., & Zhang, Y. (2025). Investigating The Effects of Protein Thermal Denaturation on the Water-Holding Capacity of Beef: Insights from Structural Dynamics. *International Journal of Food Science & Technology*, 60(1), 1-8. <https://doi.org/10.1093/ijfood/vvaf076>
- Markers, B. H., & Chickens, B. (2024). Analysing the Impact of Spirulina Intake Levels on Performance Parameters, Blood Health Markers, and Carcass Traits of Broiler Chickens. *Animals*, 14(1), 1-13. <https://doi.org/10.3390/ani14131964>
- Maharjan, P., G. Mullenix, K. Hilton, A. Beitia, J. Weil, J. England, D. Martinez, C. Umberson, J. Caldas, D. H. Victor, Naranjo, and C. Coon. 2020. Effects of Dietary Amino Acid Levels and Ambient Temperature on Mixed Muscle Protein Turnover in Pectoralis Major During Finisher Feeding Period in Two Broiler Lines. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 100(2), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.062>
- Melgaard, D. T., Korsgaard, T. S., Thoenfer, M. S., Petersen, M. R., & Pedersen, H. G. (2020). Moody Mares—is Ovariectomy a Solution. *Animals*, 10(1), 1-11. <https://doi:10.3390/ani10071210>
- Mir, N. A., Rafiq, A., & Kumar, F. (2017). Determinants of Broiler Chicken Meat Quality and Factors Affecting them: a Review. *J Food Sci Technol*, 54(2), 2997-3009. <https://doi.org/10.22437/jiiip.v28i1.36507>
- Mun, J.Y., Tajudeen, H., Ha, S.H., Lee, J.H., Lokhande, A., Ingale, S.L., Kim, J.S., & Kim, M. J., 2024. Nutrient Density and the collaborative Impact of Exogenous Enzyme Blend on the Performance Of Broiler Chicken. *Anim. Biosci.* 104(2), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105823>
- Munyaka, P. M., Nandha, N. K., Kiarie, E., Nyachoti, C. M., & Khafipour, E. (2016). Impact of Combined β -glucanase and Xylanase Enzymes on Growth Performance, Nutrient Utilization, and Gut Microbiota in Broiler Chickens Fed corn- or Wheat-Based Diets. *Poultry Science*, 95(3), 528-540. <https://doi.org/10.3390/ani12050547>

- Nababan, M., Silitonga, L., & Satata, B. (2017). Pengaruh Pemberian Dedak Padi yang Difermentasi dengan Cairan Isi Rumen terhadap Performans Burung Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) Jantan. *Jurnal Ilmu Hewan Tropika*, 6(1), 25-28.
- Nasr, M. A. F., Ali, E. S. M. R., & Hussein, M. A. (2017). Performance, Carcass Traits, Meat Quality, and Amino Acid Profile of Different Japanese Quail Strains. *Journal of Food Science and Technology*, 54(13), 4189-4196. . [https:// 10.1007/s13197-017-2881-4](https://10.1007/s13197-017-2881-4)
- Nguyen, T., Bedford, M. R., Wu, S., & Morgan, N. K. (2022). Performance, Nutrient Utilisation, and Disappearance of non-Starch Polysaccharides in Broiler Chickens. *Animals*,12(5), 1-17. [https:// doi.org/10.3390/ani12050547](https://doi.org/10.3390/ani12050547)
- Nuraeni, N., Faozi, A. A., & Chalisty, V. D. (2023). Analisis Efisiensi Biaya Pakan terhadap Produksi Burung Puyuh pada Fase Layer. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 5(1), 310-312. <https://doi.org/10.55338/saintek.v5i1.1510>
- Oktaviana, D., Supriadi, & Jannah, M. (2016). Potential of Ashitaba Leaf Flour *Angelica Keiskei* as a Physiotoxic Source in Feed on Physical Quality of Male Quail Meat (*Coturnix coturnix japonica*) Final Phase (Finisher). *Jurnal Sangkareang Mataram*, 12(2), 71-76.
- Ollong, A. R., Arizona, R., & Badaruddin, R. (2019). Kualitas Fisik Daging Ayam Broiler yang Diberi Minyak Buah Merah dalam Pakan Komersial. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 6(1), 1-20. <https://doi.org/10.33772/jitro.v6i1.5806>
- Olukosi, O. A., Beeson, L. A., Englyst, K., & Romero, L. F. (2016). Effects of Exogenous Proteases Without or with Carbohydrases on Nutrient Digestibility and Disappearance of Non-Starch Polysaccharides in Broiler Chickens. *Poultry Science*, 94(11), 2662-2669. <https://doi.org/10.3382/aps/pev260>
- Palgunadi, B. U., Widyawati, R., Sari, D. A. K., & Tusadiah, H. (2021). Efek Penambahan Enzim (Amylase, Protease, Xylanase) dalam Pakan terhadap Berat Telur dan Diameter Kuning Telur pada Itik Campuran. *Vitek: Bidang Kedokteran Hewan*, 11(1), 39-47. [https:// doi.org/10.30742/jv.v11i1.69](https://doi.org/10.30742/jv.v11i1.69)
- Park, J. H., Lee, S. I., Kim, I. H., (2016). Effect of Dietary Spirulina (*Arthrospira Platensis*) on Growth Performance, Antioxidant Enzyme Activity, Nutrient Digestibility, Cecal Microflora, Excreta Noxious Gas Emission, and Breast Meat Quality of Broiler Chickens. *Poultry Science*, 97(7), 2451-2459. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey093>
- Pestana, J. M., Puerta, B., Santos, H. (2018). Impact of Dietary Incorporation of Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Exogenous Enzymes on Broiler

- Performance, carcass traits, and meat quality. *Poultry Science*, 99(5), 2519-2532. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.069>
- Putra. (2024). Protein Efisiensi Rasio. *Jurnal Dinamika Rekasatwa* 7(1), 353-356.
- Rahmasari, D., Sasongko, M., Zulfahmi, M. (2021). Pengaruh Suplementasi Spirulina (*Arthrospira platensis*) terhadap Produktivitas, Metabolit Serum, dan Kolesterol Daging Bebek Peking, *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 13 (1): 161-178.
<https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIPT/article/view/5507/3811#page=11>
- Rahmawati, H. G., Muryani, R., dan Kismiati, S. (2018). Pengaruh Level Protein dalam Ransum dan Lama Pencahayaan terhadap Bobot Daging, Bobot Tulang, dan Nisbah Daging Tulang Karkas Burung Puyuh Jantan. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 20(2), 70-77.
<https://doi.org/10.25077/jpi.20.2.70-77.2018>
- Saerang, J. L. P., Wolayan, F. R., & Sompie, F. N. (2017). Pengaruh Level Energi dan Protein Ransum terhadap Kualitas Karkas Puyuh Jantan. *Zootec*, 37(2), 312-320. <https://doi.org/10.25077/jpi.20.2.70-77.2018>
- Sanchez, J., Thanabalan, A., Khanal, T., Patterson, R., Slominski, B. A., & Kiarie, E. (2019). Growth Performance, Gastrointestinal Weight, Microbial Metabolites, and Apparent Retention of Components in Broiler Chickens Fed up to 11% Rice Bran in a Corn-Soybean Meal Diet without or with a Multi-Enzyme. *Animal Nutrition*, 5(1), 41-48. .
<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.12.001>
- Sholihah, N. N. (2023). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus spina-christi* L.) dalam Ransum terhadap Jumlah Eritrosit, Kadar Hemoglobin, dan Nilai Hematokrit Puyuh Padjadjaran. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 5(2), 82-92.
<https://doi.org/10.24198/jnttip.v5i2.45961>
- Silaban, I. E., Wibowo, A., & Ibrahim, I. (2021). Pengamatan Perubahan Sifat Fisik pada Otot Longissimus dorsi Sapi Pascapenyembelihan selama Masa Simpan Dingin. *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 4(2), 1-10.
<https://doi.org/10.30872/jpltrop.v4i2.6465>
- Sinaga, Suprijatna, E., & Kismiati, S. (2020). Pengaruh Pemberian Tepung Kiambang (*Salvinia molesta*) dengan Aditif Multienzim dalam Ransum terhadap Performans Itik Tegal. *Mediagro*, 15(2), 121-131.
<https://doi.org/10.31942/md.v15i2.3249>
- Siregar, R.F., A. Hintono, S. Mulyani. 2012. Perubahan Sifat Fungsional Telur Ayam Ras Pasca Pasteurisasi. *Jurnal Animal Agriculture* 1(1): 521–528.
- Soeparno. 2015. *Ilmu dan Teknologi Daging Edisi Kedua*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

- Spínola, M. P., Costa, M. M., & Prates, J. A. M. (2024). Effect of Cumulative Spirulina Intake on Broiler Meat Quality, Nutritional, and Health-Related Attributes. *Foods*, 13(5), 1-14. <https://doi.org/10.3390/foods13050799>
- Sristi, P. R., Das, N. R., Akhter, A., Kaniya, N. M., & Hashem, M. A. (2025). Relation among Meat pH, Color, and Tenderness: A Review. *Journal of Meat Science*, 5(3), 1-7.
- Suantika, R., Suryaningsih, L., & Gumilar, J. 2017. Pengaruh Lama Perendaman dengan Menggunakan Sari Jahe terhadap Kualitas Fisik (Daya Ikat Air, Keempukan, dan pH) Daging Domba. *Jurnal Ilmu Ternak*. 17(2): 67-72.
- Sureshkumar, S., Song, J., Sampath, V., & Kim, I. (2023). Exogenous Enzymes as Zootechnical Additives in Monogastric Animal Feed: A Review. *Animal Feed Science and Technology*, 13(1), 1-14. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122195>
- Syanur, I. R. P. (2018). Penambahan Enzim Mananase dan Fitase pada Ransum Puyuh Petelur (*Coturnix coturnix japonica*) Berserat Kasar Tinggi. *Jurnal Ilmu Peternakan*, 23(1), 45-52.
- Tistiana, H., & Utami, P. (2023). Pengaruh Penambahan Spirulina platensis terhadap Penampilan Produksi dan Kualitas Telur Puyuh. *Jurnal Teknologi dan Produksi Ternak*, 24(1), 20-28. . <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2023.024.01.4>
- Ulya, S., Sedjati, S., & Yudiati, E. (2018). Kandungan Protein Spirulina platensis pada Media Kultur dengan Konsentrasi Nitrat (KNO₃) yang Berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(2), 98-102. <https://doi.org/10.14710/buloma.v7i2.20109>
- Vasquez Mejia, S. M., Shaheen, A., Zhou, Z., McNeill, D., & Bohrer, B. M. (2019). The Effect of Specialty Salts on Cooking Loss, Texture Properties, and Instrumental Color of Beef Emulsion Modeling Systems. *Meat Science*, 156(2), 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.015>
- Wang, J., Yang, P., Han, D., Huang, F., Li, X., Song, Y., Wang, H., & Liu, J. (2022). Role of Intramuscular Connective Tissue in Water Holding Capacity of Porcine Muscles. *Meat Science*, 11(2), 1-13. <https://doi.org/10.3390/foods11233835>
- Wendi, Y. F. D. 2021. Pengaruh Penambahan Tepung Spirulina (*Spirulina platensis*) dalam Ransum terhadap Produksi Telur dan Konversi Ransum pada Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). Universitas Jambi, 20(1), 95-107.
- Wibawa, A. A. P. P. (2016). *Penambahan Enzim Fitase Kompleks dalam Ransum Berbahan Dedak Padi*. Disertai, Universitas Udayana.

- Wla, S., & Biesek, J. (2025). *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* in Poultry Nutrition: A Review of Current Research and Potential Opportunities. *Poultry Science Journal*, 10(2), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105456>
- Wolc, A., Cowieson, A. J., Bassi, L. S., Hejdysz, M., Sorbara, B., Svihus, B., & Kaczmarek, S. A. (2020). The Effect of Amylase Supplementation on Individual Variation, Growth Performance, and Starch Digestibility in Broiler Chickens. *Poultry Science*, 99(4), 2001-2010. . <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102563>
- Yalçinkaya, H., Yalçın, S., Ramay, M. S., Onba, E. E., & Bakır, B. (2025). Evaluation of *Spirulina platensis* as a Feed Additive in Low-Protein Diets of Broilers. *Animals*, 26(2), 1-21. <https://doi.org/10.3390/ijms26010024>
- Yanti Nurjaya, M. I., Puspitarini, O. R., & Retnaningtyas, I. D. (2023). Pengaruh Berbagai Konsentrasi Asam Jawa terhadap Kadar Air, WHC (Water Holding Capacity), dan Keempukan pada Daging Ayam Petelur Afkir. *Jurnal Peternakan Lokal*, 5(2), 51-57. <https://doi.org/10.46918/peternakan.v5i2.1917>
- Yogyakarta-Magelang, P. P. P., & Kopeng, J. M. (2023). Penggunaan *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) sebagai Feed Additive terhadap Produktivitas dan Kinerja Reproduksi Induk Ayam Ras Petelur Fase Layer. *Jurnal Penyuluhan Pengembangan Pertanian*. 20(1), 95-107 <https://jurnal.polbangtanyoma.ac.id/jp3/article/view/20-9>
- Yue, K., Cao, Q.-Q., Shaukat, A., Zhang, C., & Huang, S.-C. (2024). Insights into the Evaluation, Influential Factors and Improvement Strategies for Poultry Meat Quality: A Review. *Science of Food*, 8(2), 1-16. <https://doi.org/10.1038/s41538-024-00306-6>
- Zakia, H., Amine, A., & Sara, M. (2025). Effects of Dietary Supplementation of *Spirulina* on Health Status, Growth Performance, and Slaughter Traits in Quails. *Journal of Poultry Research*, 15(1), 33-41. <https://dx.doi.org/10.36380/jwpr.2025.3.33>
- Zhang, Q., Zhang, K., Wang, J., Bai, S., Zeng, Q., Peng, H., Zhang, B., Xuan, Y., & Ding, X. (2020). Effects of Coated Sodium Butyrate on Performance, Egg Quality, Nutrient Digestibility, and Intestinal Health of Laying Hens. *Poultry Science*, 101(9), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102020>