

**PENGARUH PENAMBAHAN MULTITENZIM DAN SPIRULINA
TERHADAP PERFORMA PUYUH JANTAN YANG DIBERI RANSUM
KOMERSIL YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN DEDAK**

Skripsi

Oleh

**Tria Putri Wulandari
2214241017**



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN MULTIEENZIM DAN SPIRULINA TERHADAP PERFORMA PUYUH JANTAN YANG DIBERI RANSUM KOMERSIL YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN DEDAK

Oleh

Tria Putri Wulandari

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan multienzim dan spirulina terhadap performa puyuh jantan yang diberi ransum komersil dikombinasikan 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, sehingga terdapat 20 petak percobaan, setiap petak berisi 10 ekor burung puyuh jantan, sehingga total yang digunakan 200 ekor 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 + multienzim 0,0001 g/kg + spirulina 0,5%). Data dianalisis dengan *analysis of variance* (Anova) dan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan multienzim dan spirulina dalam ransum memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap konsumsi dan konversi ransum. Perlakuan dengan penambahan spirulina sebesar 0,5% menghasilkan konsumsi ransum tertinggi, yaitu $68,42 \pm 0,44$ g/ekor/minggu. Sementara itu, perlakuan kontrol (tanpa penambahan multienzim dan spirulina) menunjukkan konversi ransum terbaik dengan nilai paling rendah, yaitu $3,05 \pm 0,20$. Namun tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap penambahan berat tubuh.

Kata Kunci: Puyuh jantan, Multienzim, Spirulina, Dedak, *Performa*.

ABSTRACT

THE EFFECT OF MULTIENZYME AND SPIRULINA SUPPLEMENTATION ON THE PERFORMANCE OF MALE QUAILS FEED A COMMERCIAL DIET COMBINED WITH RICE BRAN

By

Tria Putri Wulandari

This study aimed to determine the effect of adding multienzymes and spirulina on the performance of male quails fed a commercial ration combined with bran. The research was conducted from September to October 2025 at Independent Quail Farm, Kemiling District, Bandar Lampung City. The experimental design used was a completely randomized design (CRD) with four treatments and five replications, so there were 20 experimental plots, each plot containing 10 male quail, so that a total of 200 male quail were used. The treatments applied were P0 (basal ration), P1 (basal ration + multienzyme at 0.0001 g/kg), P2 (basal ration + spirulina at 0.5%), and P3 (basal ration + multienzyme at 0.0001 g/kg + spirulina at 0.5%). The data were analyzed using Analysis of Variance (Anova) followed by the Least Significant Difference (LSD) test. The results showed that the addition of multienzymes and spirulina in the ration had a significant effect ($P < 0.05$) on feed intake and feed conversion. The treatment with 0.5% spirulina resulted in the highest feed intake, at 68.42 ± 0.44 g/head/week. The control treatment (without multienzyme and spirulina) showed the best feed conversion ratio, with the lowest value of 3.05 ± 0.20 . However, it had no significant effect ($P > 0.05$) on body weight gain.

Key Words: Male quail, Multienzyme, Spirulina, Rice bran, Performance.

**PENGARUH PENAMBAHAN MULTITENZIM DAN SPIRULINA
TERHADAP PERFORMA PUYUH JANTAN YANG DIBERI RANSUM
KOMERSIL YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN DEDAK**

Oleh

**Tria Putri Wulandari
2214241017**

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 Skripsi : **Pengaruh Penambahan Multienzim dan Spirulina terhadap Performa Puyuh Jantan yang Diberi Ransum Komersil yang Dikombinasikan dengan Dedak**

Nama : **Tria Putri Wulandari**

NPM : **2214241017**

Jurusan : **Peternakan**

Fakultas : **Pertanian**



Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dian Septinova, S.Pt., M.T.A.
NIP 197109141997022001

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

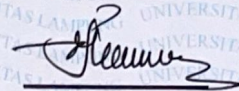
Ketua Jurusan Peternakan

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

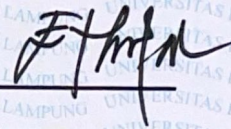
MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

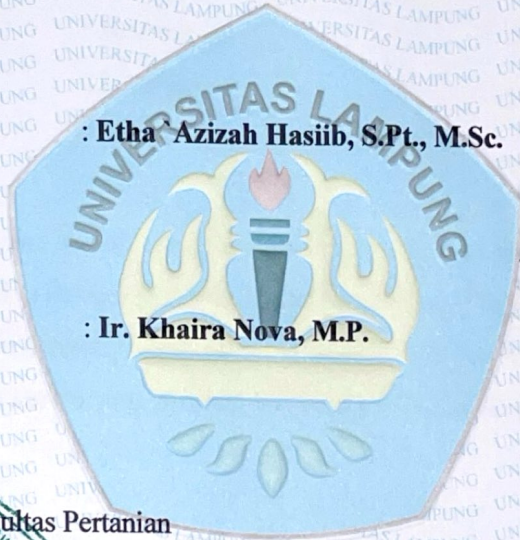
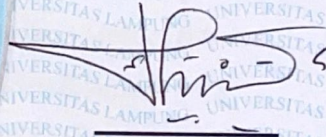
Ketua : Dian Septinova, S.Pt., M.T.A.



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



Penguji : Ir. Khaira Nova, M.P.



2. **Dekan Fakultas Pertanian**



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 April 2026

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tria Putri Wulandari
NPM : 2214241017
Program Studi : Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak
Jurusan : Peternakan
Fakultas : Pertanian

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Multienzim dan Spirulina terhadap Performa Puyuh Jantan yang Diberi Ransum Komersil yang Dikombinasikan dengan 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, 21 April 2026

Yang membuat pernyataan,



Tria Putri Wulandari
NPM 2214241017

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada 26 Februari 2005, anak ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Toat Zahruddin dan Ibu Neng Suciah. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 2 Kaliawi pada 2016, SMPN 4 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 Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama masa studi, penulis pernah mengikuti *Teaching Farm* ayam broiler yaitu *Opened House* dan *Closed 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 Staff Ahli Kominfo 2024. Selain itu, penulis pernah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Surabaya Ilir, Kecamatan Bandar Surabaya, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada Januari--Februari 2025. Penulis pernah melaksanakan Praktik Umum di PT. Superindo Utama Jaya, Metro Utara, Kota Metro, Lampung pada Juni--Agustus 2025.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Al-Baqarah : 286)

“Percayalah, disaat kamu ikhlas dengan keadaanmu, disitulah Allah merencanakan kebahagiaan untukmu”

“And if you never bleed, you`re never gonna grow”

(Taylor Swift -The 1)

“Badai mengajarkanku untuk tetap berjalan, karena di setiap rintangan selalu ada langkah yang menuntunku lebih dekat pada Allah”

(Tria Putri Wulandari)

PERSEMBAHAN

Dengan segala ketulusan serta rendah hati, skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya. Mama dan Ayah tercinta, 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 saya 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.

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

Alhamdulillah rabbiláalamiin, 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 “**Pengaruh Penambahan Multienzim dan Spirulina terhadap Performa Puyuh Jantan yang Diberi Ransum Komersil yang Dikombinasikan dengan 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. Ibu Dian Septinova, S.Pt., M.T.A.--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 dan Pembimbing Akademik--atas arahan, saran dan motivasi selama penelitian, penyusunan skripsi, dan nasihatnya selama menjalani perkuliahan;

6. Ibu Ir. Khaira Nova, M.P.--selaku Dosen Pembahas--atas motivasi, ide, nasihat, saran, kritikan, dan bimbingannya dalam pengoreksian skripsi ini;
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas bimbingannya, dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis;
8. Ayah dan Mama yang tiada hari tanpa henti memanjatkan doa-doa dan selalu memberi penulis semangat;
9. Tim penelitian Puyuh yaitu Dwi dan Oza atas perjuangan, dukungan, bantuan dan kerjasama selama penelitian;
10. Sahabat selama masa pekuliahan penulis yaitu Dwi, Elisa, dan Windi atas bantuan, dukungan, saling mengingatkan, dan kerjasamanya;
11. Sahabat kecil penulis yaitu Dini, Shofi, Ulfa dan Tia atas segalanya yang selalu hadir dalam setiap fase kehidupan penulis, berbagi suka dan duka, serta memberikan semangat;
12. Seluruh keluarga mahasiswa peternakan angkatan 2022 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, 28 November 2025
Penulis

Tria Putri Wulandari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Burung Puyuh Jantan	7
2.2 Pakan Komersil	10
2.3 Dedak Padi	13
2.4 Multienzim	12
2.4.1 <i>Xilanase</i>	16
2.4.2 <i>Protease</i>	17
2.4.3 <i>Amilase</i>	18
2.5. Spirulina	19
2.6 Performa Puyuh	21
2.6.1 Konsumsi ransum.....	22
2.6.2 Pertambahan berat tubuh.....	24
2.6.3 Konversi ransum	25
III. METODE PENELITIAN	28
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	28

3.2.1 Alat penelitian	28
3.2.2 Bahan penelitian	28
3.3 Rancangan Penelitian	30
3.4 Pelaksanaan Penelitian	31
3.4.1 Persiapan kandang	31
3.4.2 Teknis penambahan multienzim dan spirulina dalam pakan	31
3.4.3 Pelaksanaan pemeliharaan	32
3.5 Peubah yang Diamati	33
3.6 Prosedur Pengujian Peubah yang Diamati	33
3.7 Analisis Data	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pengaruh Perlakuan terhadap Konsumsi Ransum Puyuh Jantan ...	35
4.2 Pengaruh Perlakuan terhadap Pertambahan Berat Tubuh Puyuh Jantan	39
4.3 Pengaruh Perlakuan terhadap Konversi Ransum Puyuh Jantan	42
V. SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar SNI pakan puyuh	11
2. Kebutuhan konsumsi ransum puyuh.....	23
3. Standar pertumbuhan puyuh	25
4. Kandungan nutrisi ransum komersil BR-11 dan dedak	29
5. Kandungan nutrisi perlakuan	29
6. Rata-rata konsumsi ransum puyuh jantan	35
7. Rata-rata penambahan berat tubuh puyuh jantan	39
8. Rata-rata konversi ransum puyuh jantan.....	43
9. Hasil <i>analysis of variance</i> (Anova) konsumsi ransum puyuh jantan.....	58
10. Hasil analisis uji BNT konsumsi ransum puyuh jantan	58
11. Hasil <i>analysis of variance</i> (Anova) penambahan berat tubuh puyuh jantan.....	58
12. Hasil <i>analysis of variance</i> (Anova) konversi ransum puyuh jantan.....	59
13. Hasil analisis uji BNT konversi ransum puyuh jantan.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Puyuh jantan (<i>Cortunix cortunix japonica</i>).....	9
2. Multienzim <i>phytase</i>	14
3. Tata letak kandang penelitian	30
4. Kandang penelitian	60
5. Pakan yang diberikan.....	60
6. Menimbang bobot puyuh.....	61
7. Menimbang sisa pakan	61

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Unggas merupakan salah satu sumber protein hewani yang penting dalam pemenuhan gizi manusia karena memiliki siklus produksi yang singkat, biaya pemeliharaan yang relatif rendah, serta kemampuan menghasilkan protein berkualitas tinggi yang mudah dicerna. Diantara berbagai jenis unggas, puyuh menjadi pilihan menarik terutama karena pertumbuhannya yang cepat dan ukuran tubuhnya yang kecil sehingga mudah untuk dikembangkan dalam skala kecil maupun besar. Fokus pada puyuh jantan sangat relevan mengingat selama ini puyuh jantan sering kali kurang dimanfaatkan optimal dan memiliki potensi besar untuk dijadikan sumber daging alternatif yang bergizi (Yosefa *et al.*, 2018).

Puyuh jantan memiliki prospek menjanjikan sebagai penghasil daging karena pertambahan bobot tubuhnya yang baik dengan konversi ransum yang efisien, sehingga mampu memberikan kontribusi signifikan dalam memenuhi kebutuhan daging yang semakin meningkat di masyarakat. Oleh karena itu, pengembangan puyuh jantan sebagai ternak pedaging dapat menjadi solusi praktis dan ekonomis untuk meningkatkan ketersediaan protein hewani serta mendukung ketahanan pangan (Gunandi *et al.*, 2023)

Salah satu kendala utama dalam beternak puyuh adalah tingginya biaya pakan yang menjadi komponen terbesar dalam biaya produksi. Untuk mengurangi beban biaya tersebut, banyak peternak skala kecil hingga menengah menerapkan praktik substitusi pakan komersil dengan dedak sebanyak 20%. Dedak memang menawarkan kelebihan berupa harga yang lebih murah dan ketersediaan yang

melimpah, namun memiliki kelemahan seperti kandungan nutrisi yang tidak seimbang, terutama rendah protein dan asam amino esensial. Dugaan dampak dari substitusi ini terhadap performa puyuh jantan, terutama dalam hal konsumsi ransum, penambahan bobot tubuh, dan konversi ransum, adalah kemungkinan menurunnya efisiensi pakan dan pertumbuhan, sehingga perlu adanya upaya peningkatan kualitas pakan melalui suplementasi seperti pemberian multienzim dan spirulina untuk mengatasi kelemahan tersebut dan meningkatkan performa ternak (Alexsi *et al.*, 2020).

Penggunaan *feed additive* seperti multienzim menjadi solusi efektif dalam mengatasi kendala rendahnya efisiensi pakan pada puyuh jantan. Multienzim dapat diartikan sebagai kompleks enzim yang terdiri dari beberapa jenis enzim seperti *alfa-amilase*, *xilanase*, *beta-glukonase*, *protease*, *lipase*, dan *phytase*, yang bekerja bersama untuk memecah atau mengubah substrat menjadi produk akhir. Multienzim seperti *xylanase*, *amylase*, dan *protease* dapat meningkatkan pencernaan bahan pakan dengan memecah senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana, sehingga lebih mudah diserap oleh tubuh unggas. Multienzim sendiri merupakan bahan yang aman bagi unggas, bahkan dapat meningkatkan kualitas ransum atau pakan unggas, hal ini membuat unggas dapat menambah produktivitas dan performanya (Rizky *et al.*, 2023).

Selain multienzim, suplementasi dengan spirulina juga menawarkan manfaat penting dalam meningkatkan performa puyuh jantan. Spirulina merupakan mikroalga yang kaya akan protein, asam amino esensial, vitamin, mineral, dan pigmen bioaktif seperti fikosianin yang memiliki efek antioksidan. Kandungan nutrisi yang padat ini berkontribusi pada peningkatan daya tahan tubuh, efisiensi metabolisme, dan pertumbuhan pada puyuh. Penggunaan suplementasi spirulina dalam ransum, diharapkan terjadi peningkatan konsumsi pakan yang efektif, penambahan bobot tubuh yang optimal, serta perbaikan konversi pakan, yang semuanya berkontribusi pada performa produksi yang lebih baik pada puyuh jantan (Ibrahim *et al.*, 2018).

Pemberian kombinasi multienzim dan spirulina sebagai suplemen dalam ransum puyuh jantan diduga memberikan efek sinergis yang lebih optimal dibandingkan dengan pemberian secara terpisah. Multienzim berfungsi meningkatkan pencernaan dan penyerapan nutrisi melalui pemecahan bahan pakan kompleks, sementara spirulina memiliki senyawa bioaktif berperan dalam mendukung sistem imun dan pertumbuhan. Kombinasi ini dapat meningkatkan konsumsi ransum, mempercepat penambahan bobot tubuh, dan memperbaiki efisiensi konversi pakan sehingga meningkatkan performa puyuh secara signifikan (Wendi *et al.* 2020).

Penelitian mengenai pengaruh pemberian multienzim dan spirulina terhadap performa konsumsi ransum, penambahan bobot tubuh, dan konversi ransum pada puyuh jantan telah banyak dilakukan dan memberikan hasil yang positif. Berbagai studi melaporkan bahwa spirulina sebagai suplemen pakan mampu meningkatkan kualitas nutrisi ransum dan performa produksi unggas, sedangkan multienzim berperan penting dalam meningkatkan pencernaan dan penyerapan nutrisi. (Wendi *et al.*, 2020). Namun, penelitian yang secara spesifik mengkaji efek pemberian multienzim secara tunggal maupun kombinasi dengan spirulina pada ransum yang mengandung substitusi dedak sebesar 20% masih sangat terbatas dan belum ditemukan dalam literatur yang ada. Hal ini menjadi sebuah gap atau kekosongan penelitian yang penting untuk diisi, mengingat dedak merupakan bahan alternatif pakan yang sering digunakan oleh peternak untuk menekan biaya produksi.

Berdasarkan hal di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian multienzim dan spirulina, baik secara tunggal maupun kombinasi, pada ransum dengan substitusi dedak 20% terhadap performa konsumsi ransum, penambahan bobot tubuh, dan efisiensi konversi pakan pada puyuh jantan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan serta solusi praktis untuk peningkatan efisiensi produksi puyuh jantan melalui pemanfaatan pakan alternatif yang lebih baik dan ekonomis.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. mengkaji pengaruh penambahan multienzim dan spirulina, baik secara tunggal maupun kombinasi dalam ransum komersil yang dikombinasikan dengan dedak terhadap performa puyuh jantan, yang meliputi konsumsi ransum, penambahan berat tubuh, dan konversi ransum;
2. mengetahui perlakuan terbaik antara penambahan multienzim, spirulina, maupun kombinasi keduanya dalam meningkatkan performa puyuh jantan.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh pemberian multienzim dan spirulina dalam ransum yang disubstitusikan dengan dedak terhadap konsumsi ransum, penambahan berat tubuh, dan konversi ransum pada puyuh jantan, serta bermanfaat bagi peternak dalam memanfaatkan multienzim dan spirulina sebagai pertumbuhan dan perkembangan puyuh jantan.

1.4 Kerangka Pemikiran

Biaya pakan merupakan komponen terbesar dalam usaha beternak puyuh, sehingga upaya pengurangan biaya pakan sangat penting untuk meningkatkan efisiensi produksi. Salah satu cara yang umum dilakukan peternak adalah substitusi pakan komersial dengan dedak sebanyak 20%. Namun, substitusi dedak ini memiliki dampak negatif yang perlu diwaspadai karena sifat dedak yang mengandung serat kasar tinggi dan nutrisi esensial yang lebih rendah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, solusi yang ditawarkan adalah penggunaan *feed additive* seperti multienzim dan spirulina yang dapat memperbaiki pemanfaatan pakan dan meningkatkan performa pertumbuhan puyuh jantan.

Dedak memiliki *bulk density* rendah dan kandungan serat kasar yang tinggi, sehingga mudah membuat ternak merasa kenyang lebih cepat. Akibatnya, konsumsi pakan bisa mengalami peningkatan karena ternak mencoba mengompensasi energi yang lebih rendah dalam pakan. Namun, kenaikan

konsumsi ini tidak diiringi peningkatan efisiensi, melainkan justru menurunkan penambahan berat tubuh (PBT) akibat rendahnya ketersediaan nutrisi esensial seperti protein dan energi (Fadholi *et al.*, 2021).

Multienzim hadir sebagai solusi potensial dalam meningkatkan pencernaan pakan untuk mengatasi kendala ini. Kandungan enzim seperti *xilanase*, *fitase*, *protease*, dan *amilase* dalam multienzim memungkinkan pemecahan serat kasar dan zat anti-nutrisi dalam dedak sehingga nutrisi menjadi lebih mudah diakses oleh sistem pencernaan puyuh. Dengan demikian, konsumsi ransum dapat menjadi lebih stabil dan efisien karena ternak tidak perlu mengonsumsi pakan berlebihan untuk memenuhi kebutuhannya (Purwanto *et al.*, 2021). Perbaikan pencernaan nutrisi ini juga meningkatkan PBT dan menurunkan konversi, sehingga performa ternak secara keseluruhan membaik.

Tidak hanya multienzim, spirulina juga memberikan kontribusi penting terhadap performa puyuh. Spirulina memiliki mikroalga yang kaya akan protein berkualitas tinggi (60--70%), asam amino esensial, vitamin, mineral, dan pigmen bioaktif seperti fikosianin dengan sifat antioksidan, tidak hanya mendukung deposisi protein otot tapi juga meningkatkan daya tahan tubuh. Pemberian spirulina dalam kadar rendah (1--2%) biasanya tidak menurunkan, bahkan dapat sedikit meningkatkan konsumsi ransum. Dengan kandungan nutrisi yang superior, spirulina juga berperan mempercepat pertumbuhan sehingga meningkatkan PBT dan memperbaiki FCR (Utami dan Tistiana, 2023).

Saat multienzim dan spirulina diberikan secara kombinasi dalam ransum yang mengandung dedak, terjadi efek sinergis yang memperkuat manfaat masing-masing. Multienzim meningkatkan ketersediaan nutrisi dari dedak, sementara spirulina menyediakan nutrisi lengkap dan kualitas tinggi. Kombinasi ini menghasilkan konsumsi ransum yang efisien, penambahan berat tubuh secara signifikan lebih tinggi, serta konversi yang paling optimal dibandingkan dengan perlakuan tunggal, sehingga menjadi pendekatan yang efektif untuk meningkatkan produktivitas puyuh jantan dengan pengurangan biaya pakan.

Multienzim yang digunakan dalam penelitian ini adalah *phytase* dengan dosis pemberian 100 g/1.000 kg pakan atau bisa disebut dengan 0,0001 g/kg dari total ransum yang diberikan. 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.*, 2019). Sementara itu, dosis spirulina yang dipakai adalah sebesar 0,5% dari total ransum yang terdiri dari pakan komersil 80% 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 (Utami dan Tistiana, 2023). Dengan kombinasi dosis tersebut, diharapkan dapat diperoleh efek sinergis dalam meningkatkan efisiensi konsumsi, penambahan berat tubuh, dan konversi ransum pada puyuh jantan.

1.5 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah :

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 konsumsi ransum, penambahan berat tubuh, dan konversi ransum.
2. terdapat pemberian perlakuan terbaik antara penambahan multienzim, spirulina, maupun kombinasi keduanya dalam meningkatkan performa puyuh jantan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Burung Puyuh Jantan

Puyuh merupakan unggas yang memiliki siklus hidup relatif pendek dengan laju metabolisme tinggi, dan pertumbuhan serta perkembangannya yang sangat cepat. Burung puyuh merupakan salah satu komoditi unggas dari genus *Coturnix* yang dapat dimanfaatkan sebagai penghasil telur dan daging. Puyuh mulai dijinakkan di Jepang pada 1890-an. Sedangkan, di Indonesia puyuh mulai dikenal dan ditenakkan pada 1979. Jenis puyuh yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah puyuh Jepang (*Coturnix coturnix japonica*) (Selaledi *et al.*, 2020).

Puyuh jantan memiliki karakteristik morfometrik dan sifat kualitatif yang membedakannya dari puyuh betina. Secara umum, ukuran tubuh puyuh jantan cenderung lebih kecil baik pada organ luar maupun organ dalam dibandingkan dengan betina. Misalnya, puyuh jantan memiliki panjang femur dan tibia lebih kecil daripada betina. Warna bulu puyuh jantan biasanya lebih gelap dan berbeda pola dibandingkan dengan betina, seperti pada bagian leher yang berwarna cokelat tua sedangkan betina lebih cokelat muda atau hitam. Selain itu, warna kaki dan paruh juga berbeda, di mana puyuh jantan mempunyai kaki dan paruh berwarna kuning kecokelatan dengan bercak cokelat lebih jelas, sementara betina memiliki warna yang lebih muda dan bercak yang kurang jelas (Mone *et al.*, 2016).

Burung puyuh termasuk salah satu komoditas unggas yang unggul dalam menghasilkan telur, yang banyak diminati sebagai sumber protein hewani oleh berbagai kalangan masyarakat. Puyuh memiliki ukuran tubuh yang relatif kecil

namun tetap mampu menunjukkan produktivitas yang tinggi, terbukti dari kemampuannya menghasilkan telur sebanyak 250–300 butir per ekor setiap tahunnya (Choeronisa *et al.*, 2016).

Puyuh tidak hanya menghasilkan telur, tetapi juga merupakan penghasil daging yang baik dengan nilai gizi yang tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa terdapat dua jenis puyuh yang dibudidayakan, yaitu varietas ganda (*dual-purpose*) yang menghasilkan telur dan daging, serta varietas khusus penghasil daging (*meat type*). Studi ekonomi menunjukkan bahwa pemeliharaan puyuh tipe daging adalah cara yang paling efisien secara ekonomi untuk produksi daging puyuh (Hidayatullah *et al.*, 2023). Varietas *dual-purpose* merupakan galur puyuh yang dikembangkan untuk memenuhi dua tujuan produksi sekaligus, yaitu mampu menghasilkan telur dalam jumlah cukup tinggi sekaligus memiliki bobot tubuh yang lebih besar dibandingkan dengan puyuh tipe petelur murni, sehingga dapat dimanfaatkan pula sebagai sumber daging. Salah satu contoh puyuh pedaging adalah jumbo quail, yaitu hasil seleksi dari puyuh Jepang yang memiliki ukuran tubuh lebih besar. Puyuh ini dapat mencapai bobot sekitar ± 250 g pada umur 6 minggu. Puyuh tipe ini umumnya berasal dari hasil seleksi atau persilangan antara puyuh tipe petelur dan tipe pedaging, sehingga karakteristik produksinya seimbang antara keduanya (Lukanov *et al.*, 2020).

Berdasarkan segi kandungan nutrisi, daging puyuh sangat kaya akan protein, sekitar 20 g per 100 g daging, serta mengandung zat besi (4mg) yang lebih tinggi dibandingkan dengan daging sapi panggang, dan fosfor yang juga lebih tinggi dibandingkan daging ayam. Kandungan lemaknya juga relatif rendah, dengan komposisi lemak jenuh dan tak jenuh yang seimbang serta kolesterol yang lebih rendah dibandingkan telur ayam. Daging puyuh juga mengandung berbagai vitamin B kompleks dan mineral penting seperti magnesium, potasium, seng, dan selenium yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Cullere *et al.*, 2018). Gambar puyuh jantan dapat dilihat pada Gambar 1.

Klasifikasi puyuh secara ilmiah yaitu:

Kelas : *Aves (Bangsa Burung)*

Ordo : *Galiformes*

Sub Ordo : *Phasianoidae*

Sub Famil : *Phasianidae*

Genus : *Coturnix*

Spesies : *Coturnix-coturnix japonica*

Sumber : Soro *et al.* (2025)



Gambar 1. Puyuh jantan (*Coturnix coturnix japonica*)

Sumber : Shutterstock (2013).

Keunggulan lain dari beternak puyuh adalah biaya yang relatif rendah jika dibandingkan dengan beternak unggas penghasil telur lainnya. Selain itu, puyuh memiliki pertumbuhan yang cepat, baik pada masa pertumbuhan hingga masa berproduksi. Untuk mendukung pertumbuhan yang baik, penting untuk memperhatikan kandungan nutrisi dalam pakan, termasuk protein, asam amino, vitamin, dan mineral. Oleh karena itu, diperlukan pakan tambahan yang berkualitas untuk mendukung kesehatan dan produktivitas ternak puyuh (Saraswati *et al.*, 2018).

Adanya keunggulan produktivitas, efisiensi pakan, dan adaptasi yang baik, *Coturnix coturnix japonica* menjadi model unggas kecil yang sering digunakan dalam penelitian nutrisi, reproduksi, dan genetika. Spesies ini juga digunakan sebagai hewan model dalam studi toksikologi dan biomedis karena siklus hidupnya yang cepat dan kemudahan pemeliharaan di laboratorium. Oleh karena itu, penelitian yang mengkaji optimasi pakan, seperti penambahan multienzim dan Spirulina, sangat relevan untuk mendukung peningkatan produktivitas puyuh Jepang di Indonesia (Minvielle, 2021).

2.2 Pakan Komersil

Pakan komersil adalah pakan yang diproduksi secara industri dengan komposisi nutrisi yang disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan spesifik ternak atau ikan, sehingga mendukung pertumbuhan dan kesehatan secara optimal. Pakan komersil biasanya telah diformulasikan secara tepat untuk efisiensi pemberian dan konsumsi. Jenis pakan komersil antara lain pakan pelet yang umum untuk ikan dan unggas. Pakan komersil yang kaya nutrisi untuk meningkatkan efisiensi ransum hewan, serta variasi pakan dengan kandungan protein berbeda sesuai kebutuhan ternak (Prayogi, 2021).

Pakan komersil memiliki peran strategis sebagai sumber nutrisi utama yang lengkap dan seimbang, mendukung kebutuhan biologis ternak secara optimal. Pakan komersil mengandung kandungan nutrisi penting seperti protein, energi, vitamin, dan mineral yang telah disesuaikan proporsinya untuk mencapai efisiensi konsumsi ransum dan pertumbuhan yang maksimal. Pemberian pakan komersil yang tepat membantu mengoptimalkan penyerapan nutrisi oleh puyuh, sehingga semakin mendukung penambahan bobot tubuh secara signifikan dan konversi ransum yang efisien (Mahendra, 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. Standar SNI pakan puyuh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar 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)

Ransum komersial merupakan pakan yang telah diformulasikan secara lengkap dan seimbang untuk memenuhi kebutuhan nutrisi puyuh, sehingga menjadi dasar yang ideal dalam pemberian pakan. Khususnya dalam fase pertumbuhan dan produksi. Komposisinya mencakup energi metabolis sekitar 2.700--2.800 kkal/kg dan protein kasar antara 17,5--20% yang sesuai dengan kebutuhan fisiologis puyuh. Selain itu, ransum komersial juga mengandung mineral penting seperti kalsium dan fosfor yang diperlukan untuk pertumbuhan tulang dan metabolisme yang optimal. Ketika dedak sebesar 20% ditambahkan ke dalam ransum komersial, dedak berfungsi sebagai sumber serat kasar yang dapat mempengaruhi

kecernaan pakan. Namun, kandungan serat dan zat antinutrisi dalam dedak dapat menghambat penyerapan nutrisi oleh puyuh jika tidak dikelola dengan tepat.

2.3 Dedak Padi

Dedak padi merupakan bahan pakan alternatif yang kerap digunakan oleh peternak dalam usaha menekan biaya pakan. Penggunaan dedak sebanyak 20% dalam ransum puyuh dapat mempengaruhi konsumsi ransum karena dedak memiliki *bulk density* atau kerapatan tumpukan yang rendah dengan kandungan serat kasar yang tinggi, sehingga ternak lebih cepat merasa kenyang meskipun energi yang diperoleh dari pakan menurun. Akibatnya, puyuh cenderung mengonsumsi pakan dalam jumlah lebih tinggi, tetapi efisiensi penggunaannya tetap rendah (Irfan, 2017).

Secara nutrisi, dedak padi mengandung protein kasar, lemak, serat kasar, serta mineral yang cukup lengkap. Kandungan protein kasar dedak padi dilaporkan berkisar antara 9--13%, dengan serat kasar sekitar 8--16%, tergantung kualitas bahan dan tingkat kontaminasi sekam. Selain itu, dedak padi juga mengandung energi metabolisme yang cukup tinggi serta vitamin B kompleks yang berperan dalam metabolisme energi unggas. Evaluasi terbaru menunjukkan bahwa kualitas nutrisi dedak padi dapat berbeda antar daerah dan musim, sehingga perlu diperhatikan dalam formulasi ransum (Ridla *et al.*, 2023).

Penggunaan dedak padi dalam ransum unggas memiliki beberapa keterbatasan, terutama tingginya kandungan serat kasar dan adanya senyawa antinutrisi seperti asam fitat yang dapat mengikat mineral dan menurunkan pencernaan nutrisi. Kandungan serat kasar yang tinggi dapat menghambat pemanfaatan nutrisi pada unggas, termasuk puyuh yang memiliki sistem pencernaan relatif sederhana, sehingga penggunaannya perlu dibatasi atau dikombinasikan dengan teknologi pengolahan seperti fermentasi atau penambahan enzim (Ermalia *et al.*, 2016).

Penggunaan dedak padi dalam ransum dilaporkan dapat mempengaruhi performa produksi. Penggunaan dedak padi fermentasi dapat memberikan pengaruh terhadap efisiensi pakan dan penambahan bobot badan, tergantung pada level penggunaannya (Natar *et al.*, 2023).

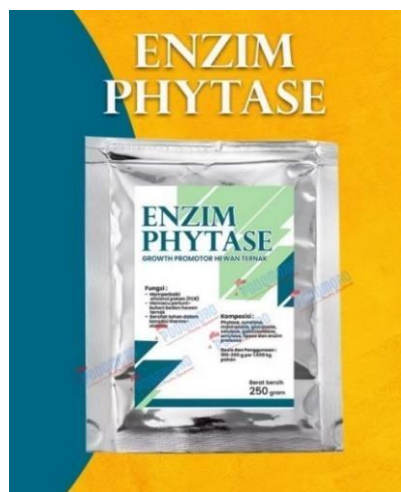
2.4 Multienzim

Multienzim adalah campuran beberapa enzim yang diberikan sebagai suplemen pada pakan unggas, termasuk puyuh jantan, untuk meningkatkan efisiensi pencernaan dan penyerapan nutrisi (Medion Ardhika Bhakti, 2020).

Multienzim atau enzim multikompleks merujuk pada kombinasi beberapa jenis enzim yang berfungsi secara sinergis untuk mendegradasi bahan organik atau mempercepat reaksi kimia tertentu. Penggunaan enzim ini umum sebagai aditif pakan yang dapat diterapkan melalui ransum atau air minum. Pemberian enzim dapat dilakukan secara individual atau dalam kombinasi dengan enzim lainnya (Berliana *et al.*, 2022). Ketersediaan enzim dalam pakan dan air minum berperan penting dalam meningkatkan pencernaan pakan serta penyerapan nutrisi, yang pada gilirannya membuat konversi pakan menjadi lebih efisien dan mendukung pertumbuhan. Penambahan enzim dapat berkontribusi pada peningkatan bobot badan serta perbaikan dalam konversi pakan (Arnold *et al.*, 2017).

Multienzim dapat diartikan sebagai kompleks enzim yang terdiri dari beberapa jenis enzim seperti *alfa-amilase*, *xylanase*, *beta-glukonase*, *protease*, *lipase*, dan *phytase*, yang bekerja bersama untuk memecah atau mengubah substrat menjadi produk akhir. Multienzim seperti *xylanase*, *amylase*, dan *protease* dapat meningkatkan pencernaan bahan pakan dengan memecah senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana, sehingga lebih mudah diserap oleh tubuh unggas. Multienzim sendiri merupakan bahan yang aman bagi unggas, bahkan dapat meningkatkan kualitas ransum atau pakan unggas, hal ini membuat unggas dapat menambah produktivitas dan performanya (Rizky *et al.*, 2023).

Pemberian multienzim pada ransum unggas dapat meningkatkan pencernaan berbagai nutrisi membuat multienzim berperan dalam memperbaiki konsumsi pakan, pertumbuhan berat badan, dan efisiensi konversi pakan pada puyuh jantan (Rahman *et al.*, 2020). Multienzim juga mendukung keseimbangan mikrobiota usus sehingga saluran pencernaan lebih sehat dan performa pertumbuhan meningkat (Mun *et al.*, 2025). Multienzim yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Multienzim phytase
(Sumber : Podomoro Poultry Equipment)

Multienzim yang digunakan pada penelitian ini yaitu enzim merk *phytase* yang ada pada gambar diatas. Pemberian multienzim phytase dalam ransum puyuh jantan memiliki pengaruh signifikan terhadap performa konsumsi ransum. Enzim *phytase* berperan dalam memecah asam fitat yang mengikat mineral penting seperti fosfor, sehingga fosfor menjadi lebih tersedia dan mudah diserap oleh tubuh puyuh. Hal ini meningkatkan pencernaan nutrisi secara keseluruhan, yang pada akhirnya membuat konsumsi pakan menjadi lebih efisien dan stabil karena ternak memperoleh nutrisi yang cukup tanpa perlu makan berlebihan (Sinaga *et al.*, 2019).

Enzim phytase menghidrolisis asam fitat (*phytate*) yang banyak terdapat dalam bahan pakan nabati seperti dedak dan bungkil, sehingga melepaskan fosfor yang terikat dan meningkatkan ketersediaan mineral serta nutrisi lain yang selama ini terikat oleh fitat. Suplementasi phytase terbukti meningkatkan efisiensi pemanfaatan fosfor dan pengurangan kebutuhan fosfor anorganik dalam diet unggas (Agasi, 2025).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Irmak *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penambahan multienzim pada pakan berbasis gandum dan kedelai sebesar 0,10 hingga 0,20% memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap performa pertumbuhan puyuh jantan, ditandai dengan peningkatan pertambahan berat tubuh dan perbaikan konversi ransum dibandingkan dengan kelompok kontrol tanpa penambahan multienzim. Temuan ini memperlihatkan bahwa penggunaan multienzim mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi pakan melalui peningkatan aktivitas enzimatis dalam saluran pencernaan yang membantu pemecahan komponen anti-nutrisi pada bahan pakan seperti *non-starch polysaccharides* (NSP), sehingga nutrisi dapat lebih mudah diserap oleh tubuh unggas.

Hasil yang berbeda dilaporkan oleh Tüzün *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa pemberian multienzim pada pakan yang mengandung *sunflower meal* tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap pertambahan berat tubuh, konsumsi pakan, konversi ransum, maupun mortalitas pada puyuh jantan fase pertumbuhan. Meskipun demikian, peneliti tersebut juga mengemukakan bahwa terdapat kecenderungan peningkatan efisiensi pakan dan perbaikan morfologi usus yang dapat mendukung penyerapan nutrisi dalam jangka panjang. Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas multienzim sangat bergantung pada komposisi bahan pakan, dosis enzim yang digunakan, serta kondisi lingkungan pemeliharaan.

Dedak padi yang digunakan sebagai substitusi 20% dalam ransum merupakan bahan pakan yang kaya komponen struktural seperti serat kasar, terutama

selulosa, hemiselulosa (xilan), β -glukan, serta mengandung asam fitat sebagai zat antinutrisi utama. Komponen-komponen inilah yang menjadi substrat spesifik bagi multienzim yang digunakan dalam penelitian ini. Multienzim yang digunakan mengandung *xilanase, selulase, amilase, protease, lipase, dan phytase*, sehingga setiap jenis enzim memiliki target substrat yang secara alami terdapat dalam dedak (Selle *et al.*, 2017).

Xilanase bekerja pada hemiselulosa/xilan yang merupakan komponen terbesar penyusun dinding sel dedak padi, sehingga mampu memecah *non-starch polysaccharides* (NSP) yang selama ini menurunkan pencernaan (Kiarie *et al.*, 2014). *Selulase* bekerja pada selulosa yang jumlahnya relatif tinggi dalam dedak, sehingga struktur serat menjadi lebih terbuka dan memudahkan akses enzim lain serta mikroba pencernaan (Berliana *et al.*, 2022). *Phytase* menargetkan asam fitat yang banyak terdapat dalam dedak dan berfungsi mengikat mineral terutama fosfor, zinc, dan kalsium; pemecahan fitat oleh *phytase* melepaskan mineral sehingga meningkatkan ketersediaannya (Sinaga *et al.*, 2019). Selain itu, *amilase* memecah pati dedak yang masih tersisa, sedangkan *protease* menguraikan fraksi protein kasar dedak yang meskipun rendah, tetap memiliki kompleks protein–fitat yang sulit dicerna tanpa bantuan enzim (Palgunadi *et al.*, 2021).

Dedak padi terbukti menyediakan substrat yang sesuai dan spesifik untuk kerja multienzim, sehingga penambahan enzim pada ransum berbasis dedak menjadi relevan secara fisiologis dan terbukti dapat meningkatkan pencernaan serta pemanfaatan nutrisi puyuh jantan.

2.4.1 *Xilanase*

Enzim *xilanase* merupakan kelompok enzim yang berfungsi menghidrolisis xilan, yaitu polisakarida utama pada dinding sel tumbuhan, menjadi xilo-oligosakarida dan xilosa. Enzim ini banyak ditemukan pada berbagai mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan ragi. *Xilanase* memiliki peranan penting dalam berbagai aplikasi industri, termasuk dalam bidang bioteknologi, pengolahan limbah

biomassa, dan produksi bioetanol. Enzim ini bekerja dengan memutus ikatan β -1,4-glicosidik pada xilan, sehingga menghasilkan produk yang lebih sederhana yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut (Hasan, 2019).

Suplementasi enzim *xylanase* dalam pakan puyuh meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan. Penambahan enzim ini mampu meningkatkan pertambahan bobot badan dan menurunkan konversi pakan tanpa menyebabkan perubahan signifikan pada konsumsi pakan. Selain itu, penggunaan enzim *xylanase* juga berkontribusi pada kesehatan saluran pencernaan dengan mengurangi sekresi mukus serta meningkatkan fermentasi yang menghasilkan asam lemak volatil yang bermanfaat untuk usus (Bedford dan Cowieson, 2016).

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 -*glucanase*, dan *mannanase* memecah fraksi NSP tersebut, menurunkan viskositas digesta, dan membuka akses nutrisi yang terperangkap dalam matriks sel tanaman (Attia *et al.*, 2020).

2.4.2 Protease

Enzim *protease* berperan penting dalam proses pencernaan protein pada unggas puyuh dengan menghidrolisis protein kompleks menjadi asam amino yang lebih sederhana, sehingga mudah diserap. Pada puyuh, penggunaan enzim *protease* dalam pakan dapat meningkatkan pencernaan protein dan efisiensi pemanfaatan nutrisi yang berdampak positif terhadap pertumbuhan dan produksi telur.

Penambahan *protease* juga dapat membantu mengatasi masalah penggunaan bahan pakan alternatif yang mengandung protein kasar rendah atau sulit dicerna, seperti tepung daun *Indigofera* (Juliadi *et al.*, 2023).

Selain meningkatkan pencernaan protein, enzim *protease* berkontribusi dalam peningkatan konsumsi pakan, menurunkan rasio konversi pakan, serta

memperbaiki kualitas telur, termasuk indeks kuning telur pada puyuh petelur. Studi juga menunjukkan bahwa suplementasi enzim *protease* bersama enzim lain seperti *amilase* dan *xilanase* memiliki efek sinergis yang meningkatkan performa unggas secara umum (Palgunadi *et al.*, 2021).

Enzim *protease* berperan dalam pemecahan protein kompleks menjadi peptida dan asam amino, meningkatkan pencernaan protein yang pada ransum komersil dapat berupa protein hewani maupun nabati. Kombinasi *protease* dengan enzim NSP umumnya meningkatkan pencernaan protein dan performa produksi unggas dibandingkan kontrol tanpa enzim (Yuan *et al.*, 2017).

2.4.3 *Amilase*

Enzim *amilase* merupakan enzim yang sangat penting dalam pencernaan karbohidrat kompleks, khususnya pati, menjadi gula sederhana yang mudah diserap oleh saluran pencernaan unggas, termasuk puyuh. *Amilase* pada unggas diproduksi secara endogen terutama di pankreas dan saluran pencernaan bagian awal. Penambahan enzim *amilase* eksogen pada pakan puyuh dapat meningkatkan efisiensi pencernaan pati dalam ransum, yang berdampak positif terhadap pertumbuhan, konsumsi pakan, dan efisiensi konversi pakan (Amerah *et al.*, 2017).

Selain itu, penelitian Saputra *et al.* (2019) menyatakan suplementasi enzim dalam pakan puyuh mampu meningkatkan aktivitas enzim pencernaan seperti *amilase* dan *protease*. Peningkatan pencernaan tersebut berdampak pada pemanfaatan nutrisi yang lebih optimal untuk pertumbuhan dan produksi. Kombinasi enzim seperti *amilase*, *protease*, dan *xilanase* juga dapat meningkatkan performa produksi unggas, termasuk penambahan bobot badan dan efisiensi penggunaan pakan, karena enzim-enzim tersebut membantu memecah komponen kompleks seperti pati, protein, dan *polisakarida non-pati* menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tubuh ternak.

Amylase memecah amilum (pati) menjadi molekul glukosa yang lebih sederhana, meningkatkan ketersediaan energi dari sumber karbohidrat seperti jagung dan biji-bijian lain yang umum dalam ransum komersil. Meningkatnya pemecahan pati ini mendukung peningkatan efisiensi *metabolizable energy* dalam ransum unggas (Walker *et al.*, 2024).

2.5. Spirulina

Tanaman *Spirulina platensis* adalah ganggang hijau berbentuk untaian spiral yang tumbuh di tempat-tempat dengan iklim hangat dan perairan basa. Spirulina tumbuh baik di air tawar maupun air asin. Kandungan protein tanaman spirulina sangat tinggi yaitu sebagai senyawa kompleks yang kaya akan asam amino esensial, termasuk metionin (1,3--2,75%), sistin (0,5--0,7%), triptofan (1--1,95%), dan lisin (2,6--4,63%). Selain itu, spirulina platensi memiliki kandungan karbohidrat antara 15 dan 21%, yang terdiri dari glukosa, fruktosa, sukrosa, mannose, xilosa, dan galaktosa. (Siregar, 2016).

Feed additive merupakan bahan pakan tambahan yang berupa zat-zat nutrisi, terutama zat nutrisi mikro yang dicampurkan kedalam ransum sehingga dapat memenuhi kandungan nutrisi dari ransum tersebut. Penggunaan *Feed additive* dalam ransum berfungsi untuk melengkapi atau meningkatkan ketersediaan zat nutrisi mikro yang seringkali kandungannya dalam ransum kurang, meningkatkan produktivitas dan kesehatan ternak serta meningkatkan efisiensi produksi (Abdelli *et al.*, 2021). Menurut Abouelezz *et al.* (2017), spirulina kepada puyuh jantan dapat meningkatkan berat badan serta meningkatkan efisiensi konversi pakan. Tanaman yang memiliki kandungan zat nutrisi lengkap dan kaya akan asam amino tersebut diantaranya adalah tanaman Spirulina (*Spirulina platensis*).

Penelitian Ekýzolu *et al.* (2020) menunjukkan bahwa spirulina pada ransum puyuh jantan meningkatkan berat badan hidup secara signifikan tanpa efek toksik pada hewan. Namun, konsumsi ransum dan rasio konversi ransum tidak mengalami perubahan signifikan, meskipun ada peningkatan berat badan. Penelitian Wendi *et al.* (2020) menunjukkan bahwa penambahan tepung spirulina

hingga 3% tidak berpengaruh signifikan terhadap konsumsi ransum, yang berarti ternak tetap makan dalam jumlah stabil tanpa mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan spirulina tidak menurunkan palatabilitas pakan dan dapat diterima baik oleh puyuh jantan.

Spirulina secara signifikan meningkatkan penambahan bobot tubuh puyuh jantan. Protein berkualitas tinggi, asam amino esensial, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif seperti fikosianin dalam spirulina mendukung proses deposisi protein otot dan metabolisme tubuh yang efisien (El-Shall *et al.*, 2023). Studi yang sama oleh Yorix *et al.* (2020) memperlihatkan peningkatan PBT secara nyata pada puyuh dengan penambahan spirulina 0,5%, mengindikasikan manfaat spirulina dalam memperbaiki performa pertumbuhan.

Fikosianin adalah pigmen biru alami yang memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan imunomodulator. Senyawa ini mampu menetralkan radikal bebas dan melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Stres oksidatif pada unggas dapat mengganggu metabolisme energi, menekan pertumbuhan, dan menurunkan efisiensi pakan. Adanya fikosianin, energi lebih optimal dialihkan untuk penambahan bobot badan (PBB) dibandingkan dengan dipakai memperbaiki kerusakan sel (Patel *et al.*, 2020).

Selain pigmen fikosianin, spirulina juga mengandung karotenoid dan klorofil yang berfungsi sebagai antioksidan alami dan berperan dalam melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Karotenoid dalam spirulina umumnya terdiri dari β -karoten, zeaxanthin, dan lutein, yang dikenal memiliki aktivitas biologis tinggi dalam menangkal radikal bebas (Spínola *et al.*, 2024). Senyawa ini bekerja dengan cara menetralkan spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*/ROS), sehingga mampu melindungi sel dari kerusakan oksidatif yang dapat mengganggu metabolisme dan performa ternak.

Spirulina juga mengandung berbagai vitamin esensial yang berkontribusi terhadap performa produksi. Vitamin A dalam bentuk β -karoten berperan dalam menjaga kesehatan jaringan epitel dan meningkatkan kekebalan tubuh, sehingga konsumsi ransum tetap optimal karena ternak berada dalam kondisi sehat. Vitamin B kompleks, terutama B1, B2, B6, dan B12, berfungsi sebagai koenzim dalam berbagai reaksi metabolisme energi dan protein. Peran vitamin B ini mendukung efisiensi pemanfaatan nutrisi pakan, sehingga berdampak pada peningkatan pertumbuhan dan bobot badan. Vitamin E dan C juga penting sebagai antioksidan alami; vitamin E melindungi membran sel dari peroksidasi lipid, sementara vitamin C membantu mengurangi dampak stres panas, sehingga konsumsi ransum lebih stabil. Kombinasi vitamin tersebut mendukung peningkatan bobot badan dengan efisiensi pakan yang lebih baik, yang pada akhirnya memperbaiki nilai konversi ransum (Soni *et al.*, 2017).

Spirulina juga kaya akan mineral penting seperti kalsium, fosfor, magnesium, zat besi, dan seng. Zat besi berperan dalam pembentukan hemoglobin yang menunjang transportasi oksigen, sehingga metabolisme energi berlangsung lebih efisien. Seng berperan dalam fungsi enzim dan pertumbuhan jaringan, serta sangat penting dalam mendukung fungsi fisiologis pejantan, termasuk spermatogenesis (Habib *et al.*, 2016). Kalsium dan fosfor diperlukan untuk pembentukan tulang yang kokoh serta metabolisme energi, sedangkan magnesium berperan sebagai kofaktor enzim metabolisme protein dan karbohidrat. Ketersediaan mineral yang cukup membuat nutrisi pakan dapat dimanfaatkan lebih maksimal, mendukung pertumbuhan bobot badan, dan menurunkan konversi ransum (El-Hack *et al.*, 2018).

2.6 Performa Puyuh

Performa puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) merupakan aspek penting dalam budidaya puyuh yang berfokus pada konsumsi pakan, penambahan bobot badan, konversi pakan, dan produksi telur. Menurut Amizar *et al.* (2021), konsumsi ransum puyuh berumur 3--5 minggu berkisar antara 12,64--12,67 g per ekor per hari, dengan variasi suplementasi pakan yang tidak memberikan perbedaan

signifikan pada konsumsi tetapi berpotensi memengaruhi efisiensi konversi pakan dan pertumbuhan berat badan. Kinerja pertumbuhan dan efisiensi pakan ini menjadi indikator utama untuk menentukan kualitas pakan dan manajemen pemeliharaan pada puyuh.

Pengaruh kepadatan kandang juga sangat berpengaruh pada performa produksi puyuh, terutama terkait dengan produksi telur dan kesehatan ternak. Menurut penelitian Rabie *et al.* (2023), kepadatan kandang yang berbeda menunjukkan adanya penurunan produksi telur seiring dengan peningkatan kepadatan. Hal ini dapat dikaitkan dengan stres akibat ruang gerak yang terbatas dan peningkatan suhu kandang, yang berdampak pada nafsu makan dan performa produksi. Oleh karena itu, pengaturan kepadatan kandang merupakan salah satu faktor penting dalam manajemen budidaya puyuh agar mencapai hasil optimal (Akramullah *et al.*, 2023).

2.6.1 Konsumsi ransum

Tingkat konsumsi zat makanan sangat mempengaruhi performa produksi ternak, sedangkan tingkat konsumsi suatu ransum mencerminkan tingkat palatabilitas ransum tersebut, konsumsi diperhitungkan sebagai jumlah ransum yang dimakan oleh ternak. Konsumsi ransum menjadi faktor penentu yang paling penting yang menentukan jumlah zat-zat makanan yang diperoleh ternak yang selanjutnya mempengaruhi tingkat produksi (Radhitya, 2015).

Konsumsi pakan puyuh pada fase starter dipengaruhi oleh umur, kualitas ransum, serta manajemen pemeliharaan. Konsumsi pakan puyuh umur pertumbuhan dilaporkan berada pada kisaran 9--14 g per ekor per hari, tergantung kandungan nutrisi dan perlakuan pakan yang diberikan. Konsumsi pakan yang optimal menunjukkan bahwa ransum memiliki palatabilitas dan kandungan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan fisiologis puyuh sehingga mampu mendukung pertumbuhan dan performa ternak secara maksimal (Widodo *et al.*, 2019).

Menurut Suprijatna *et al.* (2019), konsumsi ransum juga dipengaruhi oleh tingkat palatabilitas, khususnya terkait dengan bentuk fisik dari pakan yang diberikan. Selain itu, tingkat konsumsi pakan burung puyuh sangat dipengaruhi oleh kandungan energi serta palatabilitas ransum itu sendiri. Kebutuhan jumlah ransum puyuh dan zat-zat nutrien puyuh fase *starter* berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan konsumsi ransum puyuh

Umur Puyuh (hari)	Kebutuhan Jumlah Ransum (g/ekor/hari)
0-10	2-3
11-20	4-5
21-30	8-10
31-40	12-15
41 sampai afkir	17-20

Sumber : Abidin (2002)

Kualitas pakan berperan besar dalam menentukan tingkat konsumsi. Pakan dengan kandungan protein berkisar 20--24% dan energi metabolisme 2.800--3.000 kkal/kg terbukti dapat meningkatkan palatabilitas dan efisiensi pakan (Mahmud *et al.*, 2021). Penambahan *feed additive* seperti multienzim mampu memecah komponen serat kasar dan faktor anti-nutrisi pada bahan pakan, sehingga meningkatkan pencernaan dan memungkinkan konsumsi pakan yang lebih optimal (Khan *et al.*, 2021).

Faktor lingkungan juga mempengaruhi konsumsi pakan. Suhu lingkungan di atas 28°C, konsumsi pakan cenderung menurun karena puyuh berusaha mengurangi produksi panas metabolisme. Oleh karena itu, pengelolaan ventilasi kandang dan ketersediaan air minum yang bersih dan sejuk menjadi kunci untuk mempertahankan asupan pakan pada kondisi iklim tropis (FAO, 2021).

Konsumsi ransum sangat berpengaruh pada penambahan berat tubuh burung puyuh. Semakin tinggi konsumsi pakan, semakin banyak nutrisi yang tersedia

untuk proses metabolisme dan pembentukan jaringan tubuh, sehingga penambahan bobot tubuh dapat meningkat secara signifikan. Namun, peningkatan konsumsi pakan harus diikuti dengan kualitas pakan yang baik agar nutrisi dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tubuh puyuh (Syadik *et al.*, 2022).

Penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penggunaan pakan tercermin dari angka konversi pakan, yaitu perbandingan antara jumlah pakan yang dikonsumsi dengan penambahan bobot badan. Nilai konversi pakan yang rendah menandakan bahwa pakan digunakan secara efisien untuk pertumbuhan. Konsumsi pakan yang cukup dan efisien akan menghasilkan penambahan bobot yang lebih optimal pada puyuh (Lase *et al.*, 2020).

2.6.2 Pertambahan berat tubuh

Pertambahan berat tubuh (PBT) adalah peningkatan massa tubuh puyuh selama periode tertentu, yang menjadi indikator utama keberhasilan manajemen dan pemberian pakan dalam beternak. Nilai PBT biasanya diukur dengan mengambil berat badan awal dan berat badan akhir puyuh dalam periode tertentu, dan besaran ini sering digunakan untuk mengetahui laju pertumbuhan (Sari dan Putra, 2018).

Pertumbuhan berat tubuh dipengaruhi oleh asupan nutrisi yang cukup dan berkualitas, kesehatan unggas, kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembapan, serta faktor genetik. Pertambahan berat tubuh yang tinggi dan konsisten biasanya menunjukkan bahwa unggas mendapatkan nutrisi cukup dan metabolisme atau efisiensi penggunaan nutrisi optimal (Rahman *et al.*, 2020). Standar pertumbuhan puyuh dapat dilihat pada Tabel 3.

Menurut Amrabit *et al.* (2021), burung puyuh menunjukkan peningkatan bobot tubuh seiring bertambahnya usia. Periode pertumbuhan paling pesat terjadi antara umur 1 hari hingga 4 minggu.

Tabel 3. Standar pertumbuhan puyuh

No.	Umur (hari)	Berat (g)
1	2-7	15
2	8-14	31
3	15-21	56
4	22-28	81
5	29-35	116
6	36-42	135

Sumber : Marsudi (2012)

Berdasarkan pendapat Fahmi *et al.*, (2016) pertumbuhan puyuh berlangsung sangat cepat sehingga pada usia 6 minggu, rata-rata berat tubuhnya telah mencapai 90--95% dari bobot dewasa sesuai jenis kelaminnya. Selain itu, laju penambahan berat badan pada fase *starter* mencapai sekitar 40,8 g per ekor setiap minggu.

2.6.3 Konversi ransum

Davison *et al.* (2023) berpendapat bahwa konversi ransum didefinisikan sebagai ukuran efisiensi ternak dalam mengubah pakan menjadi produk yang diinginkan, yang dihitung dengan membagi jumlah pakan yang dikonsumsi dengan jumlah produk yang dihasilkan, misalnya penambahan bobot badan. Gao *et al.*, (2025) menambahkan bahwa konversi ransum merupakan perbandingan antara jumlah pakan yang dikonsumsi ternak dengan produk yang dihasilkan selama periode tertentu, sehingga dapat digunakan sebagai indikator efisiensi penggunaan pakan.

Nilai konversi ransum mencerminkan kemampuan ternak dalam memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam ransum untuk mendukung pertumbuhan dan produksi. Semakin rendah nilai konversi ransum, maka semakin efisien ternak dalam memanfaatkan pakan, karena jumlah pakan yang dibutuhkan untuk

menghasilkan satu satuan produk menjadi lebih sedikit. Sebaliknya, nilai konversi ransum yang tinggi menunjukkan efisiensi penggunaan pakan yang rendah, yang dapat disebabkan oleh kualitas ransum yang kurang baik, keseimbangan nutrisi yang tidak optimal, atau rendahnya kemampuan ternak dalam mencerna dan memanfaatkan nutrisi. Oleh karena itu, konversi ransum sering digunakan sebagai indikator utama dalam mengevaluasi kualitas ransum dan performa produksi ternak unggas (Wen *et al.*, 2024).

Menurut Farikah *et al.* (2025), konversi ransum dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kualitas dan komposisi pakan, kemampuan ternak dalam mencerna nutrisi, tingkat produksi, serta manajemen pemeliharaan. Nilai konversi ransum digunakan untuk menilai kemampuan ternak dalam mengubah pakan yang dikonsumsi menjadi produk berupa daging atau telur, sehingga semakin rendah nilai konversi ransum maka semakin efisien penggunaan pakan tersebut. Nilai konversi ransum pada puyuh bervariasi tergantung fase pemeliharaan, namun pada fase grower dilaporkan berkisar sekitar 3,13--4,44.

Persentase konversi ransum pada puyuh umur 3--5 minggu pada penelitian Amizar *et al.* (2021), dengan suplementasi susu bubuk kadaluarsa pada tingkat protein yang berbeda berkisar antara 5,04--5,23. Konversi ransum pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Kiarie *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa nilai konversi ransum puyuh periode pertumbuhan yaitu 3,91--4,17. Konversi ransum puyuh pada 5--8 minggu yang ideal yaitu 3,67--4,71. Angka konversi ransum dapat menunjukkan tingkat efisiensi penggunaan ransum, semakin besar angka konversi ransum maka penggunaan ransum kurang efisien (Wen *et al.*, 2017).

Konversi ransum juga dapat mengalami perbaikan dengan penambahan enzim seperti fitase (*phytase*) dalam pakan. Enzim fitase berperan dalam meningkatkan ketersediaan fosfor dan nutrisi lain yang terikat oleh asam fitat, sehingga nutrisi menjadi lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh ternak. Peningkatan

kecernaan nutrien tersebut memungkinkan ternak mencapai pertambahan bobot badan yang sama dengan konsumsi pakan yang lebih sedikit. Akibatnya, nilai konversi ransum menurun yang menunjukkan peningkatan efisiensi penggunaan pakan. Perbaikan efisiensi pakan ini sangat penting dalam meningkatkan produktivitas ternak dan menekan biaya produksi (Dersjant-Li *et al.*, 2019).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 5 minggu atau 35 hari pada September 2025--Oktober 2025 di Rumah Puyuh Mandiri, Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kandang baterai puyuh 20 unit, tempat pakan 20 unit, tempat minum 20 unit, lampu pemanas, timbangan digital 1 unit, *sprayer* tangan, termometer digital, alat tulis dan *recording*, baki/*tray* feses 7 unit, skrap feses, plastik PE, dan tempat sampah tertutup.

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. Kandungan nutrisi dan SNI pada ransum komersil dan dedak dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Kandungan nutrisi ransum komersil BR-11 dan dedak

Komponen	BR-11	Dedak*
Kadar air (%)	Maks 12	9,7
Protein kasar (%)	Min 22	9,77**
Lemak kasar (%)	Min 5	14,03
Serat kasar (%)	Maks 5	10,80
Abu (%)	Maks 8	10,45
Kalsium (Ca)	0,8--1,1 %	0,03
Fosfor (P)	0,5 %	0,48
Urea	ND	0
Aflatoxin Total	Maks 50 µg/kg	0
Asam amino		0
- Lisin (%)	Min 1,2	0
- Metion (%)	Min 0,45	0
- Metionin Sistin (%)	Min 0,8	0
- Triptofan (%)	Min 0,19	0
- Treonin (%)	Min 0,75	0
Energi metabolis (kkal/kg)	3.100	3.060

Sumber : PT. Universal Agri Bisnisindo (2015)

*Fathul *et al.* (2023)

**Analisis Proksimat, Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak,
Universitas Lampung (2026)

Tabel 5. Kandungan nutrisi perlakuan

Komponen	P0*	P1*	P2*	P3*	SNI
Kadar air (%)	11,54	11,54	11,57	11,57	13
Protein kasar (%)	19,5	19,5	19,80	19,80	17,0
Lemak kasar (%)	6,8	6,8	6,87	6,87	3,00
Serat kasar (%)	6,16	6,16	6,18	6,18	6,00
Abu (%)	8,49	8,49	8,52	8,52	8,00
Kalsium (Ca)	0,886	0,886	0,89	0,89	0,7--1,20
Fosfor (P)	0,496	0,496	0,50	0,50	0,55
Energi metabolis (kkal/kg)	3.092	3.092	3.108	3.108	

Sumber : SNI Pakan Puyuh Pertumbuhan 3906 (2022)

*PT. Universal Agri Bisnisindo (2015)

*Fathul *et al.*, (2023)

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan. Adapun perlakuan yang diberikan adalah :

P0 : Ransum basal (ransum komersil BR-11 80% + 20% dedak) tanpa penambahan spirulina dan multienzim.

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

P2 : Ransum basal + spirulina 0,5%

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

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 :

P0-P3 : Perlakuan

U1-U5 : Ulangan

3.4 Pelaksanaan 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 peralatan dengan desinfektan menggunakan *sprayer*.
5. mengeringkan peralatan kandang dengan cara dijemur atau dibiarkan kering alami.
6. memasang peralatan kandang (tempat pakan, minum, baki feses, lampu, dan termometer).
7. mengatur sirkulasi udara dan pencahayaan sesuai kebutuhan puyuh umur 3 minggu.
8. 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 yang dilakukan pada penelitian ini yaitu :

1. menyiapkan bahan pakan sesuai formulasi ransum, dedak, spirulina, dan multienzim.
2. menimbang bahan pakan sesuai kebutuhan harian, dengan komposisi: ransum komersil BR-11 80% + dedak 20%, spirulina 0,5%, dan multienzim 0,0001 g/kg.
3. melakukan pencampuran awal (*premixing*) dengan cara mencampurkan multienzim dan spirulina ke dalam sebagian kecil bahan pakan hingga merata.
4. menggabungkan multienzim dan spirulina tersebut ke dalam campuran ransum, kemudian diaduk hingga homogen.

5. melakukan pemberian pakan 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.
6. menghitung pakan yang tersisa setiap hari untuk mengetahui konsumsi pakan, sedangkan sisa pakan tidak digunakan kembali agar kualitas ransum tetap terjaga.

3.4.3 Pelaksanaan pemeliharaan

Pelaksanaan pemeliharaan yang dilaksanakan 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 multienzim 0,0001 g/kg) secara *ad libitum*, serta menimbang jumlah pemberian dan sisa ransum setiap minggu untuk mengetahui konsumsi ransum, PBT, 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.
6. mengukur suhu dan kelembapan kandang setiap hari pada pukul 08.00, 12.00, dan 17.00 WIB menggunakan termometer digital dan hygrometer.
7. melakukan pencucian tempat pakan dan minum setiap hari, serta membersihkan baki feses dan lingkungan kandang untuk menjaga kebersihan dan kesehatan burung puyuh.
8. menyiapkan *dipping* sebagai desinfektan kaki sebelum masuk kandang.
9. mencatat mortalitas (jika ada) selama penelitian berlangsung.
10. mengamati kondisi kesehatan burung puyuh setiap hari, termasuk aktivitas, nafsu makan, kondisi bulu, serta kualitas feses.

3.5 Peubah yang Diamati

Pada penelitian ini peubah yang diamati yaitu konsumsi ransum, penambahan berat tubuh, dan konversi ransum pada burung puyuh jantan.

3.6 Prosedur Pengujian Peubah yang Diamati

Prosedur penimbangan konsumsi ransum, penambahan bobot tubuh, dan konversi ransum :

1. Konsumsi Ransum

Konsumsi ransum (g/ekor/minggu) dihitung setiap 1 minggu sekali , yaitu dengan menghitung selisih sisa ransum yang diberikan di minggu awal hingga minggu akhir. Menurut Alifian *et al.* (2018), perhitungan konsumsi ransum adalah :
 konsumsi ransum (g/ekor) = ransum yang diberikan - sisa ransum.

2. Pertambahan Berat Tubuh (PBT)

Pertambahan berat tubuh (g/ekor/minggu) didapatkan dari selisih antara bobot tubuh minggu awal dengan minggu akhir (Alifian *et al.*, 2018). Pertambahan berat tubuh dihitung seminggu sekali dengan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g yang sudah dikalibrasi.

PBT : Bobot tubuh akhir minggu (g) -- Bobot tubuh awal minggu (g)

3. Konversi Ransum

Konversi ransum diperoleh dengan membagi total konsumsi ransum setiap minggu dengan pertambahan berat tubuh yang dihasilkan setiap minggu (Arianda *et al.*, 2023). Perhitungan konversi ransum adalah:

$$\text{konversi ransum} = \frac{\text{konsumsi ransum}}{\text{pertambahan berat tubuh}}$$

3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (Anova) 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

Simpulan pada penelitian ni adalah:

1. penambahan multienzim dan spirulina, baik secara tunggal maupun kombinasi dalam ransum komersil yang dikombinasikan dengan dedak, berpengaruh nyata ($P < 0,05$) meningkatkan konsumsi ransum dan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap konversi ransum, tetapi tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap penambahan berat tubuh puyuh jantan.
2. Perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan penambahan spirulina 0,5% menghasilkan nilai rata-rata konsumsi ransum paling tinggi sebesar 68,42 g dan nilai konversi ransum paling rendah pada perlakuan kontrol sebesar 3,05.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka penulis menyarankan perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait penambahan multienzim dan spirulina dengan dosis yang lebih tinggi untuk mengetahui pengaruh terhadap konsumsi ransum, penambahan berat tubuh, dan konversi ransum pada puyuh jantan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Phytogetic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. *Animals*, 11(12), 3471.
- Abouelezz, F. M. K., El-Kholy, M. S., Abd El-Hack, M. E., & Mohamed, E. (2017). Effect of dietary *Spirulina platensis* supplementation on growth performance, blood metabolites and immune response of japanese quail. *Egyptian Poultry Science Journal*, 37(4), 1069–1085.
- Adeola, O., & Cowieson, A. J. (2019). Opportunities and Challenges in Using Exogenous Enzymes to Improve Non-Ruminant Animal Production. *Journal of Animal Science*, 97(2), 1–16.
- Agasi, Y. (2025). Penggunaan enzim fitase dalam pakan nabati untuk unggas. *Journal of Animal Research and Applied Science*, 6(1), 25-32.
- Akramullah, M., Ning A, D, T., & Reni, R. 2023. Pengaruh Kepadatan Kandang Terhadap Performa Produksi Burung Puyuh. *SATI: Sustainable Agricultural Technology Innovation*, 1(1), 140-144.
- Alagawany, M., Elnesr, S. S., & Farag, M. R. 2018. The role of exogenous enzymes in promoting growth and improving nutrient digestibility in poultry. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 19(3): 157–164.
- Alifian, M. D., Nahrowi, N., & Evvyernie, D. (2018). Pengaruh pemberian imbuhan pakan herbal terhadap performa ayam broiler. *Buletin Makanan Ternak*, 16(1), 47-57.
- Alexsi, F., Nofrdiman, & Handoko, H. (2020). Pengaruh penambahan tepung spirulina (*Spirulina platensis*) dalam ransum terhadap pertambahan bobot badan dan konversi ransum puyuh (*Coturnix - coturnix japonica*). *Prosiding Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, November, 315–322.

- Amerah, A. M., Romero, L. F., Awati, A., & Ravindran, V. (2017). Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed corn/soy diets. *Poultry Science*, 96(4), 807–816.
- Amizar, R., H. I. H. O. Rambe., G. Ciptaan., dan A. Djulardi. 2021. Performa Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) yang Disuplementasi Susu Bubuk Kadaluarsa pada Tingkat Protein Berbeda. *JPI Vol. 23 (2)*: 208-217.
- Amrabit, A.A.A., A.M. El-Raffa., A.E. El-dlebhshany and A.S.A. Soliman. (2021). Growth Responses To Selection For High Body Weight In Meat Line of Japanese Quail. *Egypt. Poult. Sci. Vol. (41) (3)*: (615-625).
- Attia, Y., El-kelawy, M., Al-harhi, M., & El-shafey, A. (2020). Impact of Multienzymes Dose Supplemented Growth Performance , Nutrient Digestibility , and Blood Constituents of Broiler Chickens. *Animals*, 375(10), 1–14.
- Badan Standarisasi Nasional. 2022. Pakan Puyuh Pertumbuham. SNI 3906-2022.
- Bedford, Michael R., & Cowieson, A. J. 2016. Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. *Animal Feed Science and Technology*, 225: 89–95.
- Bedford, Michael R., Gary G, Partridge, M. H. and C. L. W. (2022). Enzymes in Farm Animal Nutrition, 3rd Edition (eds.). *CAB International*.
- Berliana, A., Sestilawarti, Y., & Noferdiman, N. (2022). Penambahan Multienzim Dalam Ransum yang Mengandung Bungkil Inti Sawit Terhadap Performa Pertumbuhan dan Morfometrik Usus Halus Broiler. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 25(1), 1–12.
- Cheronisa, S., Lestari, R., & Putri, D. (2016). Produksi dan kualitas telur puyuh dengan pemberian tepung spirulina. *Jurnal Peternakan Universitas Pattimura*, 5(2), 87–94.
- 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. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 87.

- Cullere, M., Tasoniero, G., Giaccone, V., Acuti, G., Marangon, A., & Zotte, A. D. (2018). Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails : meat proximate composition, fatty acid and amino acid profile , oxidative status and sensory traits. *Animal, The International Journal of Animal Biosciences*, 12(3), 640–647.
- Davison, C., Michie, C., Tachtatzis, C., Andonovic, I., Bowen, J., & Duthie, C. (2023). Feed Conversion Ratio (FCR) and Performance Group Estimation Based on Predicted Feed Intake for the Optimisation of Beef Production. *Sensors*, 23(3), 1435.
- Dersjant-Li, Y., Awati, A., Schulze, H., & Partridge, G. (2019). Phytase in non-ruminant animal nutrition: A critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(11), 4666–4676.
- Edi, E., Rendi, P., Irdha, M., Jordi, A. M., & Ilyas, H. (2024). Performance of Quail (*Coturnix coturnix japonica*) Fed Diets with Fish Meal Substituted by Catfish Offal Flour Pangaius. *Journal of World's Poultry Research*, 14(4), 399–403.
- Ekýzolu, H., Ülger, Ý., Kalýber, M., & Ayaan, T. (2020). Effects of Spirulina (Algae) supplementation to Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) diets on growth performance and carcass traits. *Indian Journal of Animal Sciences*, 90(6), 923–927.
- Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Farag, M. R., & Dhama, K. (2018). Nutritional and health benefits of Spirulina platensis for poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(3), 1–13.
- El-Hady, A. M. A. (2018). Spirulina platensis Algae (SPA): A novel poultry feed additive Effect of SPA supplementation in broiler chicken diets on productive performance , lipid profile and calcium-phosphorus metabolism. 74(6), 1–7.
- El-Shall NA, Jiang S, Farag MR, Azzam M, Al-Abdullatif AA, Alhotan R, Dhama K, Hassan F-u and Alagawany M. (2023). Potential of Spirulina platensis as a feed supplement for poultry to enhance growth performance and immune modulation. *Front. Immunol*, 14:1108397.
- Ermalia, A. A. U., Suprijatna, E., & Atmomarsono, U. (2016). Evaluasi nutrisi dedak padi fermentasi menggunakan cairan rumen. *Buletin Peternakan*, 40(2), 113–123.

- Fadholi, A., Ali, U., & Wajidi, M. F. (2021). Pengaruh Tingkat Penambahan Probiotik *Lactobacillus fermentum* Plus Multi Enzim Terenkapsulasi Terhadap Konsumsi Pakan dan Quail Day Production pada Burung Puyuh. *Jurnal Dinamika Rekasatwa*, 4(3), 336–340.
- Fahmi M, Anang A, Sujana E. 2016. Kurva Pertumbuhan Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) Betina Umur 0-6 Minggu Galur Warna Cokelat Generasi 3. Fakultas Peternakan. Universitas Padjajaran, Bandung.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. (2021). Seaweed and Microalgae : An Overview for Unlocking Their Potential in Global Aquaculture Development. Roma: *Food and Agriculture Organization of The United Nations*.
- Farikah, U. S., Sujana, E., & Setiawan, I. 2025. Pengaruh perbedaan bentuk tempat pakan terhadap performa puyuh Padjajaran petelur fase grower. *Jurnal Produksi Ternak Terapan*, 6(2): 126–133.
- Fathul, F., Liman., Purwaningsih, N., & Tantalo, S. 2023. Pengetahuan Bahan Pakan dan Formulasi Ransum. Universitas Lampung.
- Gao, Z., Zheng, J., & Xu, G. (2025). Molecular mechanisms and regulatory factors governing feed utilization efficiency in laying hens. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(13), 6389.
- 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.
- Gunandi, G., Widianingrum, D., & Imanudin, O. (2023). Performan puyuh jantan (*Coturnix coturnix japonica*) fase pertumbuhan yang diberi tepung buah mengkudu (*Morinda citrifolia l.*) Sebagai feed additif. *Tropical Livestock Science Journal*, 1(2), 107–111.
- Habib, M. A. B., Parvin, M., Huntington, T. C., & Hasan, M. R. (2016). A review on culture, production and use of Spirulina as food and feed supplement. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular*, 1034, 1–33.
- Hamasalim, H. J. (2015). The Impact of Some Widely Probiotic (Iraqi Probiotic) on Health and Performance. *International Journal of Poultry Science*, 14(8), 25–36.
- Harahap, A. E. 2020. Peforma burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) periode grower yang diberi pakan berbahan tepung daun ubi kayu. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 9(1), 16–25.

- Hasan, F. 2019. Skrining dan Prediksi Struktur Molekul Enzim Xilanase Aktinomisetes. *Skripsi*, Universitas Jenderal Soedirman.
- Hidayatullah, M. S., Amin, N., Rasbawati, dan Fitriani. 2023. "Nilai pH dan Uji Organoleptik Daging Puyuh yang Diberi Pakan Tepung Daun Singkong dengan Level yang Berbeda." *Jurnal Gallus Gallus*, Vol. 2 No. 1.
- Ibrahim NS, Wakwak MM, & Al-Gamal MA. (2018). Productive performance and immune response in growing Japanese quail supplemented with *Spirulina algae extract (Arthrospira platensis)* in drinking water. *Egypt* 38(3), 707–724.
- Irfan, S. M. 2017. Pemberian Dedak Padi Fermentasi dengan Mikroorganisme Lokal Pada Ransum Terhadap Konsumsi Energi dan Pertambahan Berat Badan Burung Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Irmak, M., Gül, M., & Yörük, M. A. (2024). Effects of multi-enzymes supplementation to wheat and soybean-based diets on growth performance, carcass traits, and ileal digestibility of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Poultry Science*, 103(8), 103514.
- Juliadi, A. K., Sunaryo, & Usman, A. (2023). Pengaruh penambahan fermented mother liquor dan bioenzim pada pakan burung puyuh jantan terhadap pencernaan bahan kering pakan dan protein efisiensi ratio. *Dinamika Rekasatwa: Jurnal Ilmiah*, 6(1), 207–212.
- Khan T.A and F. Zafar. 2021. Haematological Study in Response to Varying Doses of Estrogen in Broiler Chicken. *International Journal of Poultry Science*. 4 (10). 748-751.2005.
- Kiarie, E., Romero, L.F., & Nyachoti, C.M. (2014). The Role of Feed Enzymes in Sustaining Poultry Production. *Animal Feed Science and Technology*, 193, 1-15.
- Kiarie, E., Romero, L. F., & Nyachoti, C. M. (2021). The role of feed enzymes in promoting nutrient utilization and growth performance in poultry. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12, 1–13.
- Kim, E., Morgan, N. K., Moss, A. F., Li, L., Ader, P., & Choct, M. (2022). The flow of non-starch polysaccharides along the gastrointestinal tract of broiler chickens fed either a wheat- or maize-based diet. *Animal Nutrition*, 9 (2) , 138–142.

- 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(12), 1537.
- Lukanov, H., Pavlova, I., & Genchev, A. (2020). Effect of the quail's productive type on the incubation characteristics of domestic quail eggs (*Coturnix japonica domestica*). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26(1), 90–96.
- Mahendra, R. 2022. Performa puyuh (*Coturnix japonica*) yang diberi pakan komersial dengan penambahan tepung kunyit (*Curcuma Longa L.*). Skripsi. Universitas Islam Riau, Pekanbaru
- Mariey, Y. A., Samak, H. R., & Ibrahim, M. A. (2022). Effect of *Spirulina platensis* supplementation on growth performance and feed utilization of poultry. *Life*, 12, 1892.
- Mone, D., Sudjarwo, E., & Muharlién. (2016). Pengaruh jenis burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) dengan pemberian pakan komersial yang berbeda terhadap penampilan produksi periode bertelur. *Jurnal Ternak Tropika*, 17(2). 42-49.
- Natar, A. M., Suryani, N. N., & Putra, I. G. L. O. (2023). Pengaruh pemberian dedak padi terfermentasi terhadap penampilan puyuh jantan umur 2–7 minggu. *Gema Agro*, 28(1), 12–19.
- 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.
- Park, J. H., Lee, S. I., Kim, I. H., & Al, P. E. T. (2015). Effect of dietary Spirulina (*Arthrospira*) platensis on the 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.
- Patel, A., Mishra, S., Pawar, R., & Ghosh, P.K. (2020). Purification and characterization of C-Phycocyanin from *Spirulina platensis*. *Protein Expression and Purification*, 170, 105607.
- Perera, W. N. U., & Ravindran, V. (2025). *Role of feed additives in poultry nutrition: Historical, current and future perspectives. Animal Feed Science and Technology*, 217:115928.

- Pesti, G. M., & Choct, M. (2023). The future of feed formulation for poultry : Toward more sustainable production of meat and eggs. *Animal Nutrition*, 15, 71–87.
- Purwanto, E., Wajdi, F., & Puspitarini, O. (2021). Pengaruh Pemberian Sari daun Mengkudu (*Morinda citrifolia*) dan Multi Enzim dalam Air Minum Terhadap Konsumsi Pakan dan Quail Day Production Ternak Puyuh Periode Layer. *Jurnal Dinamika Resatwa*, 4(1), 93–97.
- Putra, D. 2018. Pengaruh pembatasan ransum dan masa pemulihan terhadap intake energi, karkas, dan lemak abdomen itik persilangan Mojosari dan Alabio (MA jantan). *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas, Padang.
- Rabie, M. M. H., Mansour, A. M., & Sherif, S. K. (2023). Effect of cage stocking density and dietary nutrient density on productive performance, egg quality and blood parameters of Japanese quail. *Journal of Animal and Poultry Production*, 14(7), 53–59.
- Radhitya, A. (2015). Pengaruh pemberian tingkat protein ransum pada fase grower terhadap pertumbuhan puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). *Jurnal Ilmu Peternakan*, Universitas Gorontalo, 317, 115928.
- Ridla, M., Jayanegara, A., & Laconi, E. B. (2023). Korelasi sifat fisik dan kandungan nutrien dedak padi. *Jurnal Peternakan*, 20(1), 1–10.
- Rizky, D. K., Ridlo, M. R., Khotimah, A. K., & Bidaraswati, A. (2023). Efektivitas Penggunaan Kuning Telur Berbagai Jenis Unggas sebagai Pengencer Semen pada Ternak. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 26(2), 150–162.
- Selaledi, L., Hassan, Z. M., Manyelo, T. G., & Mabelebele, M. (2020). The current status of the alternative use of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in poultry production. *Animals*, 10(4), 673.
- Santos, T. S., Alves, I. N. S., dos Santos Araujo, J., de Assis, A. S., Ribeiro Júnior, V., Brito, C. O., Silva, C. M., Santos, A. D. F., Barbosa, L. T., Zancanela, V. T., & de Oliveira Júnior, G. M. (2023). In vivo determination of domestic quail (*Coturnix cortunix japonica*) muscle development by ultrasonography as a function of energy levels. *Scientific Reports*, 13(1), 1–10.
- Saputra, D., Sjoifjan, O., & Widodo, E. 2019. Pengaruh penambahan enzim dalam pakan terhadap pencernaan nutrien dan performa unggas. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 2(1): 10–18.

- Saraswati, R. T., Tana, S., & Isdadiyanto. (2018). Pakan Organik Metabolisme Pada Puyuh. 1–157.
- Sari, P. D., Haryanto, B., & Suprijatna, E. (2017). Pertumbuhan dan performa produksi puyuh pada berbagai fase pemeliharaan. *Jurnal Ilmu Ternak*, 18(2), 123–131.
- Sari, I. 2018. Pengaruh pembatasan ransum pada masa pemulihan terhadap organ dalam itik Bayang jantan. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas, Padang.
- Sinaga, R. P.; Suprijatna, E.; Kismiati, S. (2019). Pengaruh Pemberian Tepung Kiambang dengan Aditif Multienzim pada Ransum terhadap Performa Itik. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 15(2).
- Selle, P. H., Cowieson, A. J., & Ravindran, V. (2017). Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock Science*, 206, 25–32.
- Soni, R.A., Sudhakar, K., & Rana, R.S. (2017). Spirulina – From growth to nutritional product: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 69, 157–171.
- Soro, B., Kpandji, I. K., Bopo, S. Z., Aka, S. Y., Yao, A. N., & Sokouri, D. P. (2025). Morphometric Differentiation between Four Strains of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Animal Sciences*, 15(01), 77–88.
- Suprijatna, E., Atmomarsono, U., dan Kartasudjana, R. 2018. Pengaruh keseimbangan energi dan protein ransum terhadap konsumsi dan performa unggas. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 13(3): 252–260.
- Tüzün, A. E., Sahan, U., & Yildiz, A. (2020). Effects of multi-enzyme supplementation to diets containing sunflower meal on performance, carcass traits, and gut histomorphology of growing quails. *Animals*, 10(4), 680.
- Utami, L. P., & Tistiana, H. (2023). Pengaruh Penambahan Spirulina (*Spirulina platensis*) Terhadap Konsumsi Pakan, Berat Telur dan Produksi pada Burung Puyuh Petelur. Universitas Brawijaya.
- Walker, H.; Vartiainen, S., Apajalahti, J.; Taylor-Pickard, J. ., & Nikodinoska, I.; Moran, C. (2024). The Effect of including a Mixed-Enzyme Product in Broiler Diets on Performance, Metabolizable Energy, Phosphorus and Calcium Retention. *Animals*, 14(2), 328.

- Wendi, Yorix F.D.; Noferdiman, Noferdiman; Zubaidah, Z. (2020). Pengaruh Penambahan Tepung Spirulina (*Spirulina platensis*) dalam Ransum Terhadap Produksi dan Konversi Ransum Puyuh. *Seminar Nasional Fakultas Peternakan Universitas Jambi*.127-133.
- Widodo, E., Sudjarwo, E., dan Widiyastuti, T. 2019. Pengaruh kandungan nutrisi ransum terhadap performa puyuh Jepang (*Coturnix coturnix japonica*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan Indonesia*, 29(2): 120–128.
- Yosefa, S., A, Rakhman., dan A, Asek. (2018). Studi Kelayakan Finansial Usaha Ternak Burung Puyuh Petelur di Desa Serdang Kecamatan Tanjung Bintang Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Wahana Peternakan*, 2(1): 33-42.
- Yuan, L., Wang, M., Zhang, X., & Wang, Z. (2017). Effects of protease and non-starch polysaccharide enzyme on performance , digestive function , activity and gene expression of endogenous enzyme of broilers. *PLOS ONE*, 1–1.