REKASATWA : Jurnal Ilmiah Peternakan 7(1): 1-8
https://doi.org/10.33474/rekapet.v7i1.23599
Copyright © 2025 penulis | Penerbit: Fakultas Peternakan Universitas Islam Malang | Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi CC-BY-SA Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.id)

MANIPULASI DAYA CERNA KONSENTRAT DAUN KELOR PADA ENERGI METABOLIS PUYUH *COTURNIX COTURNIX JAPONICA* BERBASIS ENZIM *NON STRACH POLYSACHARIDES* (NSP)

Dinda Elok Putri Kurniawan*, Muhammad Farid Wadjdi
Fakultas Peternakan, Universitas Islam Malang
*Corresponding E-mail: elokdinda65@gmail.com
(**diajukan**: 12-05-2025; **diterima**: 05-07-2025; **diterbitkan**: 06-07-2025)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek manipulasi daya cerna konsentrat daun kelor terhadap energi metabolis puyuh Coturnix coturnix japonica dengan berbasis enzim Non-Starch Polysaccharides (NSP). Penelitian dilakukan di Desa Pajaran, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang, selama 45 hari. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua faktor perlakuan, yaitu jenis bahan pakan (daun kelor utuh dan pucuk daun kelor) serta dosis enzim NSP (0 unit, 25.000 unit/g, dan 50.000 unit/g). Variabel yang diukur mencakup retensi nitrogen dan energi metabolis, yang dianalisis menggunakan uji F (ANOVA) pada taraf signifikansi 0,05 dan dilanjutkan dengan Uji Duncan jika terdapat perbedaan nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian daun kelor utuh secara signifikan ($P < 0,01$) menurunkan retensi nitrogen dan energi metabolis akibat tingginya kandungan serat kasar dan NSP yang menghambat pencernaan serta penyerapan nutrien. Sebaliknya, kombinasi pucuk daun kelor dengan enzim NSP meningkatkan retensi nitrogen dan energi metabolis, menunjukkan efektivitas enzim dalam meningkatkan ketersediaan nutrien. Tidak terdapat interaksi antara jenis daun kelor dan enzim NSP terhadap daya cerna energi metabolis, sehingga masing-masing faktor bekerja secara independen. Hasil ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan daun kelor sebagai bahan pakan alternatif harus mempertimbangkan seleksi bagian tanaman serta metode pengolahan untuk meningkatkan nilai nutrisinya. Dengan demikian, penelitian ini dapat berkontribusi dalam optimalisasi penggunaan daun kelor dalam formulasi pakan unggas yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Kata Kunci: daun kelor; energi metabolis; enzim NSP; *Coturnix coturnix japonica*

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effect of digestibility manipulation of Moringa leaf concentrate on the metabolizable energy of quails (Coturnix coturnix japonica) based on Non-Starch Polysaccharide (NSP) enzymes. The research was conducted in Pajaran Village, Poncokusumo District, Malang Regency, for 45 days. The experimental design used a Factorial Completely Randomized Design (CRD) with two treatment factors: feed type (whole Moringa leaves and Moringa leaf shoots) and NSP enzyme dosage (0 units, 25,000 units/g, and 50,000 units/g). Measured variables included nitrogen retention and metabolizable energy, which were analyzed using an F-test (ANOVA) at a 0.05 significance level, followed by Duncan's test if significant differences were found.The results showed that feeding whole Moringa leaves significantly ($P < 0.01$) reduced nitrogen retention and metabolizable energy due to the high crude fiber and NSP content, which inhibited digestion and nutrient absorption. Conversely, the combination of Moringa leaf shoots with NSP enzymes increased nitrogen retention and metabolizable energy, demonstrating the enzyme's effectiveness in enhancing nutrient availability. There was no interaction between the Moringa leaf type and NSP enzyme on metabolizable energy digestibility, indicating that both factors worked independently. These findings suggest that utilizing Moringa leaves as an alternative feed ingredient should consider selecting specific plant parts and processing methods to enhance their nutritional value. Thus, this study contributes to optimizing the use of Moringa leaves in more efficient and sustainable poultry feed formulations.

***Keywords*:** *Moringa leaves; metabolizable energy; NSP enzyme; Coturnix coturnix japonica*.

PENDAHULUAN

Puyuh (Coturnix coturnix japonica) merupakan salah satu unggas penghasil telur yang memiliki potensi ekonomi tinggi, namun produktivitasnya sangat bergantung pada kualitas dan efisiensi pakan. Dalam sistem pemeliharaan intensif, ketersediaan bahan pakan berkualitas tinggi dengan harga yang terjangkau menjadi tantangan utama (Rivai, 2020). Biaya pakan yang tinggi sering kali menjadi hambatan dalam upaya meningkatkan produktivitas unggas, sehingga diperlukan alternatif bahan pakan yang lebih ekonomis dan tetap memenuhi kebutuhan nutrisi unggas. Salah satu alternatif bahan pakan yang memiliki potensi tinggi adalah daun kelor (Moringa oleifera), yang kaya akan protein, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan unggas (Najib, 2018). Daun kelor juga diketahui memiliki sifat antioksidan dan antimikroba yang dapat mendukung sistem imun unggas, sehingga dapat meningkatkan daya tahan tubuh dan produktivitas (Putra et al., 2016).

Meskipun demikian, pemanfaatan daun kelor dalam pakan unggas masih menghadapi kendala, terutama terkait dengan kandungan serat kasar dan polisakarida non-pati (Non-Starch Polysaccharides, NSP) yang dapat menurunkan daya cerna dan efisiensi pemanfaatan energi metabolisme. Serat kasar dalam jumlah tinggi dapat menghambat kecernaan nutrien penting seperti protein dan lemak, serta menyebabkan peningkatan ekskresi feses, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap rendahnya konversi pakan (Najib, 2018; Rahajeng, 2018). Hal ini menjadi tantangan dalam formulasi pakan berbasis daun kelor, terutama bagi unggas seperti puyuh yang memiliki sistem pencernaan sederhana dan lebih sensitif terhadap kandungan serat yang tinggi. Kandungan NSP yang tinggi dalam daun kelor dapat meningkatkan viskositas digesta, menghambat penyerapan nutrien, dan menurunkan kinerja pertumbuhan unggas (Ningsih, 2023). Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa suplementasi enzim eksogen, seperti xilanase, β-glukanase, dan selulase, dapat membantu menguraikan NSP menjadi bentuk yang lebih sederhana, sehingga meningkatkan ketersediaan energi dan nutrisi bagi unggas. Enzim ini bekerja dengan cara menghidrolisis dinding sel tumbuhan, memecah serat kompleks menjadi senyawa yang lebih mudah dicerna oleh enzim pencernaan unggas, serta meningkatkan pemanfaatan energi dari bahan pakan yang mengandung serat tinggi (Sarajar et al., 2017). Dengan demikian, penggunaan enzim NSP dalam pakan berbasis daun kelor diharapkan dapat meningkatkan energi metabolisme, efisiensi pakan, serta performa pertumbuhan puyuh (Maknun et al., 2015). Selain itu, strategi ini juga dapat mengurangi dampak negatif dari serat yang sulit dicerna dan memperbaiki keseimbangan nutrisi dalam pakan.

Beberapa studi terdahulu telah membuktikan efektivitas enzim NSP dalam meningkatkan kecernaan bahan pakan berserat tinggi (Najib, 2018; Rahajeng, 2018) , tetapi penelitian yang secara spesifik mengkaji pengaruhnya terhadap pemanfaatan energi metabolisme puyuh masih terbatas. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada unggas komersial seperti ayam pedaging dan ayam petelur, sementara data mengenai efek enzim NSP pada puyuh masih sangat sedikit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh manipulasi daya cerna konsentrat daun kelor melalui suplementasi enzim NSP terhadap energi metabolisme puyuh Coturnix coturnix japonica. Penelitian ini juga diharapkan dapat mengisi kesenjangan informasi mengenai pemanfaatan daun kelor dalam formulasi pakan unggas serta memberikan alternatif pakan yang lebih ekonomis dan berkelanjutan bagi peternak.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi pakan unggas yang lebih efisien dan ekonomis, sekaligus mendukung pemanfaatan sumber daya lokal dalam mewujudkan sistem peternakan yang lebih mandiri dan berkelanjutan. Dengan adanya inovasi dalam formulasi pakan berbasis sumber daya lokal yang dioptimalkan melalui penggunaan enzim NSP, maka peternak dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan pakan impor yang sering kali mengalami fluktuasi harga dan ketersediaan. Selain itu, penerapan hasil penelitian ini juga berpotensi meningkatkan efisiensi produksi, kesejahteraan hewan, dan keberlanjutan industri peternakan unggas secara keseluruhan.

MATERI DAN METODE

Materi

Riset ini dilaksanakan di Desa Pajaran, Kecamatan Poncokusumo, kabupaten Malang, Jawa Timur untuk melakukan pemeliharaan puyuh. Pemeliharaan puyuh ini dilaksanakan selama 45 hari yaitu dari bulan 3 agustus 2023 – 18 September 2023. Peralatan yang digunakan dalam riset ini adalah mobil pick up transportasi ternak, tempat pakan, tempat minum, timbangan digital, dan peralatan bedah organ dalam puyuh. Bahan yang digunakan pada riset ini adalah daun kelor, konsentrat, enzim NSP, air minum dan bahan pakan puyuh.

Metode

Riset ini diawali dengan penyusunan ransum mengandung daun kelor dan enzim NSP menggunakan metode general linier program dengan tools solver pada Ms Excel dan pembuatan ransum sesuai perlakuan. Bahan pakan, formulasi dan kandungan nutrien ransum disajikan pada Tabel 1. Kandungan enzim NSP disajikan dalam Tabel 2. Setelah itu dilakukan uji biologis pada puyuh dengan cara pemeliharaan puyuh betina. Pengujian daya cerna (energi metabolis) puyuh dilakukan di akhir pemeliharaan. Pengukuran variabel yang diukur pada pengujian daya cerna (energi metabolis) diawali dengan ekstraksi dari ekskreta puyuh yang telah dipuasakan dengan analisis proksimat pada protein kasar dan analisis gross energi untuk mengetahui persentase protein (N) dan energi metabolis (Kkal/Kg) yang termanfaatkan dalam tubuh puyuh. Setelah itu dilakukan pengukuran hasil analisis proksimat dan gross energi pada masing-masing perlakuan untuk penguraian kandungan retensi nitrogen, energi metabolis semu, energi metabolis semu terkoreksi, energi metabolis murni, dan energi metabolis murni terkoreksi.

Tabel 1. Formulasi Pakan dan Kandungan Nutrien Ransum

Bahan Pakan	Pakan Basal (%)	Pakan Kelor (%)
Tepung Jagung kuning	44	40.13
Dedak padi	14	15
Bungkil kedelai	19	15
Meat Bone Meal	14.5	15.7
Corn Gluten Meal	1	1.2
Minyak Sawit	2	3
Dicalcium Phospate	1	1
Kalsium Karbonat	3	2.47
Garam	1	1
Premix	0.5	0.5
Tepung Daun Kelor	0	5
Kandungan Nutrien		
Bahan Kering	90.85	90.83
Energi Metabolis (Kkal/kg)	2827.75	2800.25
Protein Kasar %	22.06	22.00
Lemak Kasar %	2.78	2.98
Serat Kasar %	3.52	4.26
Kalsium %	2.86	2.91
Phospor %	1.15	1.23

Tabel 2. Kandungan Enzim NSP

Product	Xylanase	Beta-Glucanase	Amylase	Protease	Cellulase	Invertase	Mannanse
Superzyme CS	2,400	300	24,000	2,400	1,000	1,400	120

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan acak lengkap faktorial (RALF) dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama adalah jenis bahan pakan dan faktor kedua adalah

penggunaan enzim NSP. Daun kelor yang digunakan sebanyak 5%. Daun kelor dibedakan menjadi daun kelor utuh dan pucuk daun kelor (5 daun teratas). Enzim NSP dibedakan menjadi 3 dosis yaitu 0 unit/g, 25000 unit/g atau setara dengan 0,001 g/kg pakan dan 50000 unit/g atau setara dengan 0,002 g/kg pakan. Data yang diperoleh dihitung dari nilai rata-rata dari 3 ulangan dengan standar deviasi. Penafsiran hasil riset dilakukan berdasarkan hasil uji statistika. Uji statistika yang dilakukan adalah Uji F atau *Analisyst of variance* (ANOVA) pada taraf 0,05. Apabila data berbeda nyata (P<0.05) dilanjutkan dengan Uji Duncan pada taraf signifikansi 0,05. Hasil riset disimpulkan berdasarkan hasil notasi Uji Duncan, dihubungkan dengan dasar teori yang ada dan dibandingkan dengan riset terdahulu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pemberian Daun Kelor dan Enzim NSP terhadap Energi Metabolis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan yang mengandung daun kelor utuh secara signifikan (P<0,01) menurunkan retensi nitrogen, energi metabolis semu, energi metabolis murni, serta energi metabolis semu dan murni yang telah terkoreksi pada ternak puyuh. Sebaliknya, penggunaan pucuk daun kelor yang dikombinasikan dengan enzim NSP secara signifikan (P<0,01) meningkatkan retensi nitrogen serta berbagai parameter energi metabolis tersebut. Tidak ditemukan adanya interaksi antara penggunaan daun kelor dan enzim NSP terhadap kecernaan energi metabolis. Data terkait kecernaan energi metabolis pada puyuh yang menerima pakan dengan daun kelor dan enzim NSP disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data Daya cerna (energi metabolis) puyuh yang diberi pakan mengandung daun kelor dan enzim NSP

Parameter	Kelor	Enzim			Rataan
		Non Enzim	Enzim 1	Enzim 2	
Retensi N	Basal	86.70 ± 1.11	86.70 ± 1.12	86.70 ± 1.13	86.70 ± 1.14B
	Kelor Utuh	81.01 ± 1.07	84.63 ± 1.60	89.15 ± 3.40	84.93 ± 4.04A
	Kelor Pucuk	84.05 ± 0.92	89.39 ± 1.11	90.53 ± 1.61	87.99 ± 3.19AB
	Rataan	83.92 ± 2.62A	89.07 ± 4.14B	91.06 ± 2.87B	
EMS	Basal	2274.71 ± 51.40	2545.00 ± 123.36	2571.37 ± 84.38	2463.70 ± 162.68B
	Kelor Utuh	1949.24 ± 77.58	2174.60 ± 65.02	2348.49 ± 157.45	2157.44 ± 197.01A
	Kelor Pucuk	2138.42 ± 44.31	2326.58 ± 51.26	2402.24 ± 72.05	2289.08 ± 127.62AB
	Rataan	2120.79 ± 150.64A	2348.73 ± 177.53B	2440.70 ± 139.36B	
EMM	Basal	2641.22 ± 51.40	2909.04 ± 123.36	2934.59 ± 83.88	2828.28 ± 161.34B
	Kelor Utuh	2324.26 ± 78.96	2538.64 ± 65.02	2712.52 ± 157.45	2525.14 ± 192.83A
	Kelor Pucuk	2497.60 ± 44.31	2685.76 ± 51.26	2763.02 ± 72.50	2648.80 ± 128.22AB
	Rataan	2487.69 ± 146.98A	2711.14 ± 177.78B	2803.38 ± 139.40B	
EMSn	Basal	2487.69 ± 146.99	2539.83 ± 123.19	2566.19 ± 84.28	2458.63 ± 162.49B
	Kelor Utuh	2487.69 ± 146.100	2109.90 ± 64.93	2343.54 ± 157.24	2152.68 ± 196.84A

	Kelor Pucuk	2487.69 ± 146.101	2321.68 ± 51.20	2397.25 ± 71.96	2284.25 ± 127.44AB
	Rataan	2487.69 ± 146.102A	2343.80 ± 177.30B	2435.66 ± 139.20B	
EMMn	Basal	2487.69 ± 146.103	2903.86 ± 123.19	2929.41 ± 83.78	2823.21 ± 161.14B
	Kelor Utuh	2487.69 ± 146.104	2533.94 ± 64.93	2707.57 ± 157.26	2520.38 ± 192.66A
	Kelor Pucuk	2487.69 ± 146.105	2680.86 ± 51.20	2758.04 ± 72.41	2643.97 ± 128.04AB
	Rataan	2487.69 ± 146.106A	2706.22 ± 177.55B	2798.34 ± 139.24B	

Keterangan*:* Notasi huruf kapital menunjukkan bahwa data berpengaruh sangat nyata (P<0,01)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan yang mengandung daun kelor utuh secara signifikan (P < 0,01) menurunkan retensi nitrogen, energi metabolis semu, energi metabolis murni, serta energi metabolis semu dan murni yang telah terkoreksi pada ternak puyuh. Penurunan ini kemungkinan besar disebabkan oleh tingginya kandungan serat kasar dan polisakarida non-pati (Non-Starch Polysaccharides, NSP) dalam daun kelor utuh (Shekhar et al., 2014). Serat kasar dan NSP dapat meningkatkan viskositas digesta, menghambat aktivitas enzim pencernaan, serta mengurangi penyerapan nutrien, termasuk protein dan energi, sehingga menyebabkan rendahnya retensi nitrogen dan efisiensi pemanfaatan energi metabolis. Selain itu, keberadaan senyawa antinutrisi dalam daun kelor utuh, seperti tanin dan fitat, juga berkontribusi terhadap rendahnya retensi nitrogen dan energi metabolis (Noferdiman & Zubaidah, 2019). Senyawa ini dapat menghambat penyerapan mineral esensial serta membentuk kompleks dengan protein, sehingga mengurangi ketersediaan protein yang dapat dicerna oleh unggas. Akibatnya, pemanfaatan nutrien dalam tubuh menjadi kurang efisien, yang berdampak pada penurunan performa pertumbuhan dan produktivitas ternak puyuh (Najib, 2018; Rahajeng, 2018).

Sebaliknya, pemberian pucuk daun kelor yang dikombinasikan dengan enzim NSP secara signifikan (P<0,01) meningkatkan retensi nitrogen serta energi metabolis dalam berbagai parameter. Peningkatan ini dapat dikaitkan dengan kandungan nutrisi yang lebih tinggi pada pucuk daun kelor dibandingkan dengan daun kelor utuh, serta efektivitas enzim NSP dalam mendegradasi NSP yang terkandung dalam pakan (Gubali et al., 2022). Enzim NSP, seperti xilanase dan β-glukanase, berperan dalam memecah struktur kompleks serat dan meningkatkan ketersediaan energi dan protein bagi unggas, sehingga meningkatkan efisiensi pencernaan dan pemanfaatan nutrien dalam tubuh (Siahaan et al., 2022). Selain itu, pucuk daun kelor memiliki kandungan serat yang lebih rendah dibandingkan dengan daun kelor tua, sehingga lebih mudah dicerna dan memberikan kontribusi yang lebih baik terhadap keseimbangan nutrisi dalam tubuh unggas (Latif et al., 2017).

Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya pemilihan bagian tanaman dan perlakuan tambahan dalam formulasi ransum unggas, khususnya pada jenis unggas kecil seperti puyuh. Meskipun daun kelor (Moringa oleifera) dikenal sebagai bahan pakan alternatif yang kaya akan protein, vitamin, dan mineral, keberadaan komponen anti-nutrisi seperti tanin, fitat, saponin, dan oksalat dalam daun tua dapat menghambat penyerapan nutrien dan menurunkan efisiensi pencernaan (Olayemi et al., 2024). Menurut Ahmed dan El-Rayes (2024), kandungan serat kasar dan polisakarida non-pati (NSP) yang tinggi dalam daun kelor utuh dapat meningkatkan viskositas digesta, menghambat aktivitas enzim pencernaan, serta mengurangi penyerapan nutrien, termasuk protein dan energi, sehingga menyebabkan rendahnya retensi nitrogen dan efisiensi pemanfaatan energi metabolis. Selain itu, senyawa antinutrisi seperti tanin dan fitat dapat menghambat penyerapan mineral esensial serta membentuk kompleks dengan protein, sehingga mengurangi ketersediaan protein yang dapat dicerna oleh unggas (Su dan Chen, 2020).

Sebaliknya, penggunaan pucuk daun kelor yang lebih muda dan kaya nutrisi, serta penambahan enzim NSP seperti xilanase dan β-glukanase, terbukti mampu mengatasi kendala pencernaan yang disebabkan oleh tingginya serat kasar dan antinutrien. Menurut Sadid dan

Anam (2024), penambahan enzim NSP dalam pakan yang mengandung daun kelor dapat meningkatkan retensi nitrogen serta energi metabolis dalam berbagai parameter. Enzim NSP berperan dalam mendegradasi struktur kompleks serat, sehingga meningkatkan ketersediaan dan penyerapan nutrien oleh sistem pencernaan unggas. Kombinasi tersebut mencerminkan pendekatan nutrisi presisi yang tidak hanya bertujuan memenuhi kebutuhan gizi ternak, tetapi juga mengoptimalkan pemanfaatan bahan baku lokal yang ekonomis dan berkelanjutan.

Implikasi dari hasil ini memberikan peluang bagi pengembangan strategi formulasi pakan fungsional berbasis tanaman lokal yang ramah lingkungan, sekaligus mendukung produktivitas ternak secara efisien. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi efek jangka panjang penggunaan pucuk daun kelor dan enzim NSP terhadap performa produksi, kualitas produk ternak, serta kelayakan ekonominya dalam skala usaha peternakan.

Tidak adanya interaksi antara penggunaan daun kelor dan enzim NSP terhadap daya cerna energi metabolis menunjukkan bahwa pengaruh masing-masing faktor bersifat independen. Artinya, meskipun enzim NSP terbukti meningkatkan kecernaan energi pada pakan berbasis pucuk daun kelor, efeknya tidak cukup untuk sepenuhnya mengatasi dampak negatif dari penggunaan daun kelor utuh terhadap energi metabolis (Suharyanti et al., 2021). Hal ini mengindikasikan bahwa seleksi bagian tanaman kelor yang digunakan sebagai bahan pakan memiliki peran yang sangat penting dalam optimalisasi nutrisi bagi ternak puyuh. Selain suplementasi enzim NSP, berbagai metode pengolahan daun kelor juga dapat diterapkan untuk meningkatkan nilai nutrisinya dalam pakan unggas. Fermentasi, perlakuan panas, dan pengolahan mekanis dapat mengurangi kandungan senyawa antinutrisi dan meningkatkan ketersediaan protein serta energi bagi ternak (Najib, 2018). Fermentasi, misalnya, telah terbukti efektif dalam meningkatkan kecernaan serat dan mengurangi dampak negatif dari tanin serta fitat dalam bahan pakan nabati. Implikasi dari hasil penelitian ini adalah bahwa formulasi pakan berbasis daun kelor harus mempertimbangkan keseimbangan antara kandungan serat dan ketersediaan energi, sehingga dapat menghasilkan performa optimal bagi ternak puyuh tanpa mengorbankan efisiensi pencernaan dan metabolisme nutrien. Dengan demikian, pemanfaatan daun kelor sebagai bahan pakan alternatif dapat dioptimalkan untuk mendukung keberlanjutan produksi ternak unggas dengan biaya pakan yang lebih ekonomis serta sumber daya lokal yang lebih efisien.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan daun kelor sebagai bahan pakan alternatif untuk puyuh *Coturnix coturnix japonica* harus mempertimbangkan bagian tanaman yang digunakan serta metode pengolahan yang tepat. Pemberian daun kelor utuh secara signifikan menurunkan retensi nitrogen dan energi metabolis akibat tingginya kandungan serat kasar dan NSP yang menghambat pencernaan. Sebaliknya, kombinasi pucuk daun kelor dengan enzim NSP meningkatkan retensi nitrogen dan energi metabolis, menunjukkan bahwa enzim NSP efektif dalam meningkatkan ketersediaan nutrien. Tidak terdapat interaksi antara jenis daun kelor dan enzim NSP, sehingga keduanya bekerja secara independen. Hasil ini mengindikasikan bahwa optimalisasi penggunaan daun kelor dalam formulasi pakan unggas memerlukan seleksi bagian tanaman serta perlakuan enzimatis yang sesuai untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam produksi pakan.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, M. E., & El-Rayes, T. K. 2024. Moringa Oleifera Products as Nutraceuticals for Sustainable Poultry Production. Agriculture & Food Security.13(1):1–14. https://link.springer.com/article/10.1186/s40066-024-00508-x.

Gubali, S., Zainudin, S., & Dako, S. 2022. Produksi Telur Burung Puyuh (*Coturnix-coturnix japanica*) yang DiBeri Tepung Jeroan Ikancakalang. Gorontalo Journal of Equatorial Animals. 1(1).

Lata, M., & Mondal, B. C. 2024. Moringa oleifera Leaf Meal: A Sustainable Approach for Poultry Production: A Review. Archives of Current Research Internasional. 24(11): 176–185. https://doi.org/10.9734/acri/2024/v24i11959.

Latif, S., Suprijatna, E., & Sunarti, D. 2017. Performans Produksi Puyuh yang DiBeri Ransum Tepung Limbah Udang Fermentasi (The Performance of Quail's which is Given Ration of Fermented Shrimp Waste Flour). Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan.27(3): 44-53.

Maknun, L., Kismiati, S. dan Mangisah, I. 2015. Performans Produksi Burung Puyuh (*Coturnix coturnix Japonica*) dengan Perlakuan Tepung Limbah Penetasan Telur Puyuh. Indonesian Journal of Animal Sciences (INJAS). 25(3):53 – 58.

Najib., F. 2018. Pengaruh Pemberian Enzim B-Mannanase pada Pakan Berbasis Tepung Bungkil Kedelai dengan Level Energi yang Berbeda terhadap Kualitas Telur Burung Puyuh (Cortunix Cortunix Japanica). Tesis. Universitas Brawijaya.

Ningsih, F. 2023. Pengaruh Pemberian Mannan Oligosakarida dalam Ransum terhadap Jumlah *Escherichia coli* dan Total Bakteri Asam Laktat dalam Usus Halus Ayam Broiler. Doctoral Dissertation. Universitas Jambi.

Noferdiman, N., & Zubaidah, Z. 2019. Penggunaan Bungkil Inti Sawit dan Enzim Mannanase dalam Ransum terhadap Performa Produksi Telur Puyuh (Coturnix coturnix japonica). Jurnal Lahan Suboptimal. 8(1): 11-19.

Olayemi, W. A., Akapo, A. O., & Bamgbose, A. M. 2024. Interaction Effect of Air-Dried Moringa oleifera Leaf Meal Supplemented With Maxigrain® Enzyme on Performance and Nutrient Digestibility of Finishing Broiler Chickens. Nigerian Journal of Animal Production. 51(1): 45–52. https://doi.org/10.51791/njap.vi.5676.

Putra, I. W. D. P., Dharmayudha, A. A. G. O., dan Sudimartini, L.M. 2016. Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera L*.) di Bali. Jurnal Indonesia Medicus Veterinus. 5 (5): 464-473.

Shekhar C, Satyam S, Varsha PV. 2014. NSP Enzymes and Their Uses. Poult. Fish Wildl. Sci. 2(2): 1-3.

Rahajeng, A. P. 2018. Pengaruh Penambahan Enzim B-Manannase pada Pakan Berbasis Tepung Bungkil Kedelai dengan Level Energi Berbeda terhadap Performa Burung Puyuh Petelur (*Coturnix coturnix Japonica*). Doctoral dissertation. Universitas Brawijaya.

Rivai, A. T. O. 2020. Identifikasi Senyawa yang Terkandung pada Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*). Indonesian Journal of Fundamental Sciences. 6(2).

Sadid, M. M., & Anam, M. S. 2024. Dietary Effect of Moringa Oleifera Leaf Meal on Growth Performance, Blood Lipids, and Haematological Parameters in Broiler Chickens: A Meta-Analysis. World's Poultry Science Journal. 81(1): 205–226. https://doi.org/10.1080/00439339.2024.2427696.

Sarajar, C. L., Montong, M. E. R., & Najoan, M. 2017. Performans burung puyuh (*Coturnix - coturnix japonica*) yang diberikan tepung keong sawah (*Pila ampullacea*) sebagai pengganti tepung ikan dalam ransum. Zootec. 37(1): 62-69.

Siahaan, J.M., Batara Simangunsong, S.B., Siagian, L.O., Neu, M.K., Anto, E.J., Mkt, A.K., Fauzi, T.M., Jadeny Sinatra Sp An, M.H., Suryati Sinurat, M.K.M., Hutasoit, E.S.P. 2022. Monograf Mengungkap Peran Infusa Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Gula Darah Dan Kolesterol Pada Mencit (Mus Musculus) Yang Mengalami Ulkus Diabetikum. Wiyata Bestari Samasta.

Su, B., & Chen, X. 2020. Current Status and Potential of Moringa Oleifera Leaf as an Alternative Protein Source for Animal Feeds. Frontiers in Veterinary Science. 7. 53. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00053.

Suharyanti, S., Ridla, M., Wijayanti, I., dan Mutia, R. 2021. Enzim Suplementation in The Quail (*Coturnix coturnix Japonica*) Diet Containing Indigofera Zolingeriana on Performance and Metabolizable Energy. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan (Indonesian Journal of Animal Science). 31 (2):140- 148.