



# ANALISIS PENGARUH ENERGI DAN PROTEIN RANSUM TERHADAP FEED CONVERSION RATIO (FCR) AYAM BROILER DI WILAYAH LAHAN KERING TROPIS: KAJIAN LITERATUR

Maria Kristina Sinabang<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Peternakan, Fakultas Peternakan Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia  
Email: [maria.sinabang@staf.undana.ac.id](mailto:maria.sinabang@staf.undana.ac.id)

## Abstract

Broiler chickens are a strategic poultry commodity as the primary source of animal protein in Indonesia; however, their production efficiency—measured by the Feed Conversion Ratio (FCR)—faces serious challenges in tropical dryland regions due to extreme temperatures of 28°C–34°C, which trigger heat stress and impair nutrient absorption. This study aims to evaluate the effect of Metabolizable Energy (ME) and Crude Protein (CP) levels in the diet on the FCR of broiler chickens in tropical dryland areas. The study employed a Systematic Literature Review (SLR) approach and descriptive statistics on secondary data from six scientific articles obtained via the Google Scholar database, with inclusion criteria covering studies from 2016 to 2026, conducted at temperatures of 28°C–34°C, and fully reporting the variables ME, CP, and FCR. Data were analyzed using multiple linear regression with the model  $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + e$ , tested via the F-test and t-test at a 95% confidence level. Results indicated that EM and PK simultaneously had a significant effect on FCR ( $F = 9.577$ ;  $p = 0.003$ ) with  $R^2 = 0.596$ . The resulting regression equation is  $Y = 5.160 - 0.001X_1 - 0.079X_2$ , where PK exerts a more dominant influence (coefficient -0.079;  $p = 0.008$ ) compared to EM (coefficient -0.001;  $p = 0.043$ ) in reducing FCR. An innovative Black Soldier Fly larvae meal feed formulation containing EM, with 3,157.32 kcal/kg and 22.22% crude protein, was able to reduce the FCR to 0.98; however, extreme temperatures caused some of the energy to be allocated toward thermoregulation. It was concluded that an adaptive balance between energy and protein ratios is a crucial factor in maintaining feed efficiency in broiler chickens in tropical dryland regions.

**Keywords:** Broiler chickens; Metabolizable Energy; Crude Protein; Feed Conversion Ratio; tropical drylands,

## Abstrak

Ayam broiler merupakan komoditas unggas strategis sebagai sumber protein hewani utama di Indonesia, namun efisiensi produksinya yang diukur melalui *Feed Conversion Ratio* (FCR) menghadapi tantangan serius di wilayah lahan kering tropis akibat suhu ekstrem 28°C–34°C yang memicu *heat stress* dan mengganggu penyerapan nutrisi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh tingkat Energi Metabolis (EM) dan Protein Kasar (PK) ransum terhadap nilai FCR ayam broiler di lahan kering tropis. Kajian dilakukan menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dan statistik deskriptif terhadap data sekunder dari enam artikel ilmiah yang diperoleh melalui database *Google Scholar* dengan kriteria inklusi penelitian tahun 2016–2026, berlokasi pada suhu 28°C–34°C, serta memuat variabel EM, PK, dan FCR secara lengkap. Data dianalisis menggunakan regresi linear berganda dengan model  $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + e$ , diuji melalui Uji F dan Uji t pada taraf kepercayaan 95%. Hasil menunjukkan bahwa EM dan PK secara simultan berpengaruh signifikan terhadap FCR ( $F = 9,577$ ;  $p = 0,003$ ) dengan  $R^2 = 0,596$ . Persamaan regresi yang dihasilkan adalah  $Y = 5,160 - 0,001X_1 - 0,079X_2$ , di mana PK memberikan pengaruh lebih dominan (koefisien -0,079;  $p = 0,008$ ) dibandingkan EM (koefisien -0,001;  $p = 0,043$ ) dalam menurunkan FCR. Inovasi pakan tepung larva *Black Soldier Fly* dengan EM 3.157,32 kkal/kg dan PK 22,22% mampu menekan FCR hingga 0,98, namun suhu ekstrem menyebabkan sebagian energi teralokasi untuk termoregulasi. Disimpulkan bahwa keseimbangan rasio energi dan protein yang adaptif merupakan faktor krusial dalam menjaga efisiensi pakan ayam broiler di wilayah lahan kering tropis.

**Kata Kunci:** Ayam broiler; Energi Metabolis; Protein Kasar; Feed Conversion Ratio; lahan kering tropis



## PENDAHULUAN

Ayam broiler merupakan komoditas unggas strategis yang menjadi pilar utama penyediaan protein hewani di Indonesia. Seiring dengan pertumbuhan populasi dan meningkatnya kesadaran gizi masyarakat, efisiensi produksi menjadi prioritas utama dalam menjaga ketersediaan pangan yang terjangkau. Menurut Sandi et al. (2018), indikator keberhasilan yang paling krusial dalam produksi broiler adalah *Feed Conversion Ratio* (FCR), di mana nilai yang rendah mencerminkan konversi pakan menjadi daging yang optimal dan efisien secara ekonomi. Dalam struktur biaya produksi, pakan menyerap sekitar 60–70% dari total biaya sehingga efisiensinya sangat bergantung pada keseimbangan nutrisi primer, yaitu Energi Metabolis (EM) dan Protein Kasar (PK). Zurmiati et al. (2017) menyatakan bahwa penentuan kebutuhan serta imbang energi dan protein dalam ransum harus disesuaikan dengan spesies dan fase hidup hewan guna mencapai efisiensi penggunaan pakan yang mendukung pertumbuhan maksimal, sementara Wahju (1997) menegaskan bahwa kekurangan protein dapat menyebabkan gangguan pemeliharaan jaringan tubuh, terhambatnya pertumbuhan, dan penurunan penimbunan daging, sedangkan kelebihan protein hanya akan dikonversi menjadi energi.

Upaya pencapaian FCR yang rendah menghadapi tantangan berat di wilayah lahan kering tropis yang dicirikan oleh suhu udara harian tinggi berkisar 28°C–34°C, bahkan pada puncak musim kemarau suhu mikro di dalam kandang dapat mencapai di atas 35°C (Lole et al., 2021; Kaka et al., 2021). Kondisi ini jauh melampaui *thermoneutral zone* ayam broiler yang idealnya berada pada rentang 18–22°C (Takaeb et al., 2023). Secara fisiologis, paparan suhu tinggi yang kronis memicu *heat stress* yang menyebabkan pengalihan aliran darah dari organ viseral menuju jaringan perifer untuk membantu evaporasi panas tubuh (Lole et al., 2021), serta memicu penurunan aktivitas enzim proteolitik dan kerusakan vilus usus yang mengganggu transportasi asam amino dan penyerapan protein (Kandari et al., 2019). Akibatnya, protein yang dikonsumsi tidak dapat diserap maksimal untuk sintesis jaringan otot sehingga memperburuk efisiensi pakan. Kondisi ini diperparah oleh gangguan fisiologis berupa stres oksidatif, ketidakseimbangan asam-basa, dan penurunan imunitas yang secara langsung menurunkan konsumsi pakan, bobot badan, dan kualitas daging (Wasti et al., 2020). Di wilayah lahan kering tropis, ketidakseimbangan rasio energi dan protein sering kali menyebabkan protein digunakan sebagai sumber energi cadangan untuk mengatasi stres sehingga berujung pada pembengkakan nilai FCR (Sundu et al., 2022), sementara penggunaan bahan pakan lokal sebagai solusi praktis memberikan hasil yang bervariasi tergantung pada sejauh mana level energi mampu mengompensasi rendahnya konsumsi pakan akibat suhu tinggi (Penu et al., 2020).

Berbagai penelitian mengenai pengaruh EM dan PK terhadap FCR ayam broiler telah banyak dilakukan, namun Ndu et al. (2022) mencatat adanya variasi hasil

yang signifikan akibat perbedaan iklim mikro dan formulasi pakan antar lokasi penelitian. Silondae dan Polakitan (2018) menyatakan bahwa apabila kandungan energi pakan rendah, ayam akan meningkatkan konsumsi pakan sebagai mekanisme kompensasi, dan sebaliknya, sementara Fanani et al. (2016) menyatakan bahwa semakin tinggi deposisi protein pada karkas, semakin baik proporsi protein pakan yang terasimilasi ke dalam jaringan tubuh ternak. Meskipun demikian, hingga saat ini belum tersedia pola hubungan matematis yang terintegrasi untuk menetapkan standar kebutuhan nutrisi yang adaptif di wilayah lahan kering tropis. Menurut Uskono et al. (2024), ketidakkonsistenan data tersebut menciptakan kebutuhan mendesak untuk melakukan sintesis temuan melalui metode *Systematic Literature Review* (SLR) guna mendapatkan pola hubungan yang jelas antara level energi dan protein terhadap nilai FCR melalui analisis data sekunder yang komprehensif.

Berdasarkan uraian tersebut, kajian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh tingkat Energi Metabolis (EM) dan Protein Kasar (PK) ransum terhadap *Feed Conversion Ratio* (FCR) ayam broiler dalam konteks spesifik lahan kering tropis. Hipotesis yang diajukan adalah interaksi antara peningkatan level Energi Metabolis dan Protein Kasar secara simultan akan menurunkan nilai FCR secara signifikan pada kondisi lahan kering tropis

## METODE PENELITIAN

Kajian ini menggunakan rancangan penelitian non-eksperimental berbasis data sekunder melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang dilaksanakan di Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana, Kupang. Bahan utama kajian adalah enam artikel ilmiah terpilih yang diperoleh melalui penelusuran sistematis pada database *Google Scholar* menggunakan kata kunci "broiler", "energi metabolis", "protein kasar", "FCR", dan "lahan kering tropis", dengan alat bantu perangkat komputer dan aplikasi pengolah data statistik. Kriteria inklusi yang ditetapkan meliputi artikel terbitan tahun 2016–2026, berlokasi pada wilayah bersuhu 28°C–34°C yang merepresentasikan karakteristik lahan kering tropis, serta mencantumkan data Energi Metabolis (EM), Protein Kasar (PK), dan *Feed Conversion Ratio* (FCR) secara lengkap. Melalui proses seleksi tersebut, diperoleh 16 unit data pengamatan yang bersumber dari wilayah Sulawesi Selatan, Lombok Barat, dan Kupang, Nusa Tenggara Timur sebagai representasi ekosistem lahan kering tropis di Indonesia.

Variabel independen dalam kajian ini terdiri atas Energi Metabolis/EM ( $X_1$ ), yaitu kandungan energi ransum yang tersedia untuk proses metabolisme tubuh ayam broiler yang diukur dalam satuan kkal/kg



dengan rentang nilai 2.834,50–3.157,32 kkal/kg, dan Protein Kasar/PK ( $X_2$ ), yaitu total kandungan nitrogen ransum yang dikonversi melalui faktor  $N \times 6,25$  sebagai cerminan ketersediaan asam amino untuk sintesis jaringan otot yang diukur dalam satuan persen (%) dengan rentang nilai 16,87–22,22%, sedangkan variabel dependen adalah *Feed Conversion Ratio*/FCR (Y), yaitu rasio jumlah pakan yang dikonsumsi terhadap pertambahan bobot badan yang dihasilkan dengan rentang nilai 0,98–1,86, di mana nilai yang lebih rendah mencerminkan efisiensi pakan yang lebih baik. Data yang telah ditabulasi dianalisis menggunakan statistik deskriptif meliputi rata-rata, median, standar deviasi, nilai minimum, maksimum, *skewness*, dan *kurtosis*, serta analisis regresi linear berganda dengan model persamaan  $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + e$ , di mana Y adalah *Feed Conversion Ratio* (FCR), a adalah konstanta (intercept),  $b_1$  dan  $b_2$  masing-masing adalah koefisien regresi Energi Metabolis dan Protein Kasar,  $X_1$  adalah Energi Metabolis (kkal/kg),  $X_2$  adalah Protein Kasar (%), dan e adalah galat (*error*). Signifikansi pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen diuji melalui Uji F (simultan) dan Uji t (parsial) pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ), dengan nilai koefisien determinasi  $R^2$  dan *Adjusted R^2* digunakan untuk mengukur proporsi variasi FCR yang dapat dijelaskan oleh model regresi yang dibangun.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Nutrisi dan Performa Ayam Broiler di Wilayah Lahan Kering

Berdasarkan tabulasi data pada Tabel 1, nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) ayam broiler di wilayah lahan kering tropis menunjukkan variasi yang signifikan dengan rentang 0,98–1,86 dan rata-rata 1,65. Variasi tersebut mencerminkan perbedaan densitas nutrisi ransum, jenis bahan pakan yang digunakan, serta kondisi lingkungan pada masing-masing lokasi penelitian. Temuan paling menonjol ditunjukkan oleh Ndun et al. (2025) di Kupang yang melaporkan FCR terendah sebesar 0,98 melalui penggunaan tepung *Black Soldier Fly* (BSF) sebanyak 15% dengan kandungan Energi Metabolis 3.157,32 kkal/kg dan Protein Kasar 22,22%. Efisiensi ini didukung oleh profil asam amino lengkap dan daya cerna tinggi pada protein insekta yang bekerja sinergis dengan densitas nutrisi ransum, sehingga konversi nutrisi menjadi jaringan daging berlangsung secara optimal. Sebaliknya, Manafe et al. (2017) melaporkan FCR tertinggi sebesar 1,81–1,86 pada ransum dengan Protein Kasar rendah (16,87%–17,38%) meskipun kandungan energinya sudah mencukupi (>3.000 kkal/kg). Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanpa ketersediaan asam amino yang memadai, energi tinggi dalam pakan tidak dapat dikonversi menjadi pertumbuhan bobot badan, melainkan hanya terbuang sebagai panas atau tersimpan sebagai lemak tubuh.

**Tabel 1.** Data Nutrisi dan Performa Ayam Broiler di Wilayah Lahan Kering (Kajian Literatur)

No	Kondisi Perlakuan	EM ( $X_1$ ) (kkal/kg)	PK ( $X_2$ ) (%)	FCR (Y)	Referensi (Tahun)	Lokasi Penelitian
1	Pengaruh Musim Kemarau pada Kandang Open House terhadap FCR	3109.38	21.21	1.62 ± 0.07	Amin et al. (2023)	Sulawesi Selatan (Bone, Barru, Jeneponto, dan Makassar)
2	Pengaruh Jenis Kandang Open house terhadap FCR	3109.38	21.21	1.65 ± 0.09	Amin et al. (2023)	Sulawesi Selatan (Bone, Barru, Jeneponto, dan Makassar)
3	Produktivitas Ayam Pedaging Pola Kemitraan di Kabupaten Lombok Barat	3144.627	19.16	1.54 ± 0.15	Purnamasari et al. (2021)	Lombok Barat



4	Ransum + 15% tepung BSF	3157.32	22.22	0.98 ± 0.09	Ndun et al. (2025)	Kupang, NTT
5	Ransum + 10% tepung BSF	3089.88	20.59	1.43 ± 0.16	Ndun et al. (2025)	Kupang, NTT
6	Ransum + 5% tepung BSF	3022.44	18.96	1.75 ± 0.06	Ndun et al. (2025)	Kupang, NTT
7	Strain A yang diberi ransum P1	2852.25	19.5	1.64	Jumba et.al. (2025)	Universitas Nusa Cendana Kupang.
8	Strain A yang diberi ransum P2	2834.50	19.50	1.78	Jumba et.al. (2025)	Universitas Nusa Cendana Kupang
9	Strain A yang diberi ransum P3	2835.25	20.00	1.69	Jumba et.al. (2025)	Universitas Nusa Cendana Kupang
10	Strain B yang diberi ransum P1	2852.25	19.50	1.79	Jumba et.al. (2025)	Universitas Nusa Cendana Kupang
11	Strain B yang diberi ransum P2	2834.50	19.50	1.73	Jumba et.al. (2025)	Universitas Nusa Cendana Kupang
12	Strain B yang diberi ransum P3	2835.25	20.00	1.69	Jumba et al. (2025)	Universitas Nusa Cendana Kupang
13	perlakuan 2% Moringa oleifera dan 2% Citrus aurantifolia	3052.26	20.60	1.69 ± 0.07	Bili et al. (2025)	Kupang, NTT
14	Ransum komersial (CP-11) yang mengandung 5% tepung krokot	3056.65	17.24	1.71	Manafe et al. (2017)	Balai Besar Pelatihan Peternakan Kupang
15	Ransum komersial (CP-11) yang mengandung 10% tepung krokot	3065.19	16.87	1.81	Manafe at al. (2017)	Balai Besar Pelatihan Peternakan Kupang
16	Ransum komersial (CP-11) yang mengandung 15% tepung krokot	2902.49	17.38	1.86	Manafe at al. (2017)	Balai Besar Pelatihan Peternakan Kupang



Selain faktor nutrisi, faktor genetik juga turut memengaruhi nilai FCR, sebagaimana dilaporkan oleh Jumba et al. (2025) bahwa Strain A dan Strain B menghasilkan FCR konsisten di kisaran 1,64–1,79 meskipun level energi metabolis ransum relatif rendah (sekitar 2.800 kkal/kg), yang menunjukkan bahwa potensi genetik ayam mampu mempertahankan performa standar dalam berbagai kondisi nutrisi. Faktor manajemen pemeliharaan juga berkontribusi nyata, di mana Purnamasari et al. (2021) melaporkan FCR kompetitif sebesar 1,54 melalui sistem kemitraan di Lombok Barat, dan Bili et al. (2025) melaporkan FCR stabil di angka 1,69 melalui penggunaan kombinasi *Moringa oleifera* dan *Citrus aurantifolia* yang menjaga kesehatan saluran pencernaan. Sementara itu, Amin et al. (2023) melaporkan bahwa kondisi musim kemarau pada kandang *open house* menahan nilai FCR pada angka 1,62–1,65 meskipun Protein Kasar ransum mencapai 21,21%, yang disebabkan oleh *heat stress* yang mengalihkan sebagian energi metabolis untuk proses termoregulasi tubuh daripada untuk pertumbuhan massa otot.

#### Analisis Deskriptif Kuantitatif

Analisis statistik deskriptif pada Tabel 2 memberikan gambaran karakteristik sebaran data ketiga variabel penelitian. Variabel Energi Metabolis memiliki rata-rata 2.984,60 kkal/kg dengan standar deviasi 128,27 dan rentang 2.834,50–3.157,32 kkal/kg. Variasi kandungan energi yang cukup lebar ini dipengaruhi oleh perbedaan komposisi dan kualitas bahan baku lokal yang digunakan, sebagaimana dinyatakan oleh McDonald et al. (2022) bahwa nilai energi metabolis dipengaruhi secara signifikan oleh komposisi kimia bahan pakan, terutama kandungan serat kasar dan keseimbangan nutrisi. Nilai *skewness* negatif (-0,11) menunjukkan distribusi yang hampir simetris, sedangkan *kurtosis* -1,90 mengindikasikan distribusi *platykurtic* yang mencerminkan fleksibilitas dalam penggunaan proporsi bahan sumber energi dalam ransum. Meskipun kandungan energi bervariasi, ayam memiliki mekanisme kompensasi melalui pengaturan konsumsi pakan harian, di mana Silondae dan Polakitan (2018) menyatakan bahwa ayam akan meningkatkan konsumsi pakan apabila kandungan energi rendah, dan sebaliknya. Variabel Protein Kasar memiliki rata-rata 19,59% dengan median 19,50% dan standar deviasi 1,48, yang menunjukkan sebaran data yang stabil dan mendekati distribusi normal. Rentang nilai EM dan PK dalam kajian ini secara umum telah selaras dengan standar SNI (2015) yang mensyaratkan EM sebesar 2.900–3.100 kkal/kg dan PK 19–22% untuk ayam broiler. Variabel FCR menunjukkan rata-rata 1,65 dengan *kurtosis* 7,44 yang mengindikasikan distribusi *leptokurtic*, yaitu data terpusat di sekitar rata-rata namun memiliki pencilan ekstrem, yang didukung oleh *skewness* negatif tajam (-2,48). Pola distribusi ini mencerminkan bahwa sebagian besar nilai FCR berada pada kisaran standar normal, namun terdapat pencapaian ekstrem positif yang dihasilkan oleh implementasi teknologi pakan inovatif seperti tepung BSF yang mampu menekan FCR jauh di bawah rata-rata.

**Tabel 2** Analisis Deskriptif Kuantitatif

Parameter	EM (X <sub>1</sub> ) (kkal/kg)	PK (X <sub>2</sub> ) (%)	FCR (Y)
Rataan (Mean)	2984,60	19,59	1,65
Median	3037,35	19,50	1,69
Standar Deviasi	128,27	1,48	0,21
Minimum	2834,50	16,87	0,98
Maximum	3157,32	22,22	1,86
Skewness	-0,11	-0,36	-2,48
Kurtosis	-1,90	-0,13	7,44

#### Koefisien Regresi Pengaruh Energi Metabolis (X<sub>1</sub>) dan Protein Kasar (X<sub>2</sub>) Terhadap FCR (Y)

Hasil analisis regresi linear berganda pada Tabel 3 menghasilkan persamaan  $Y = 5,160 - 0,001X_1 - 0,079X_2$ . Uji F menghasilkan nilai F-hitung sebesar 9,577 dengan signifikansi 0,003 ( $p < 0,05$ ), yang membuktikan bahwa Energi Metabolis (X<sub>1</sub>) dan Protein Kasar (X<sub>2</sub>) secara simultan berpengaruh signifikan terhadap FCR. Hasil ini selaras dengan pernyataan Zurmiati et al. (2017) bahwa penentuan kebutuhan sertaimbangan energi dan protein dalam ransum harus disesuaikan dengan spesies dan fase hidup hewan guna mencapai efisiensi penggunaan pakan yang mendukung pertumbuhan maksimal. Nilai R<sup>2</sup> sebesar 0,596 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan 59,6% variasi FCR, sedangkan sisanya 40,4% dipengaruhi oleh variabel lain di luar model. Variabel-variabel tersebut antara lain kondisi *heat stress* akibat suhu ekstrem, faktor genetik strain ayam, serta sistem manajemen pemeliharaan. Sebagaimana dinyatakan oleh Wasti et al. (2020), *heat stress* memicu gangguan fisiologis berupa stres oksidatif, ketidakseimbangan asam-basa, dan penurunan imunitas yang secara langsung menurunkan konsumsi pakan, efisiensi pakan, bobot badan, dan kualitas daging, sehingga kontribusinya terhadap variasi FCR tidak dapat diabaikan. Nilai *Adjusted R*<sup>2</sup> sebesar 0,534 mencerminkan akurasi model yang objektif dan konsisten, sekaligus mengkonfirmasi bahwa kedua variabel independen memiliki kontribusi nyata terhadap variasi FCR.

**Tabel 3.** Koefisien Regresi Pengaruh Energi Metabolis (X<sub>1</sub>) dan Protein Kasar (X<sub>2</sub>) Terhadap FCR (Y)

Variabel	Koefisien	t-stat	p-value
Intercept	5,160	5,743	0,000***
Energi Metabolis (X <sub>1</sub> )	-0,001	-	0,043*
Protein Kasar (X <sub>2</sub> )	-0,079	-	0,008**
Uji F (Significance F)	9,577		0,003
R Square (R <sup>2</sup> )	0,596		
Adjusted R Square	0,534		



Keterangan : \*\*\* ( $p < 0,001$ ): Sangat signifikan pada taraf 5 %

Pengujian parsial melalui Uji t menunjukkan bahwa Energi Metabolis ( $X_1$ ) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap FCR dengan nilai t-statistik -2,247 dan p-value 0,043 ( $p < 0,05$ ). Koefisien regresi sebesar -0,001 mengindikasikan bahwa setiap peningkatan satu satuan Energi Metabolis (kkal/kg) akan menurunkan nilai FCR sebesar 0,001 dengan asumsi Protein Kasar konstan. Secara biologis, peningkatan densitas energi ransum menyebabkan ayam mengurangi konsumsi pakan hariannya karena kebutuhan energi telah terpenuhi dengan jumlah pakan yang lebih sedikit, sehingga rasio pakan terhadap pertambahan bobot badan menjadi lebih efisien. Hal ini didukung oleh Mandalawi et al. (2023) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi energi terbukti mampu menurunkan asupan pakan harian secara signifikan serta memperbaiki nilai FCR tanpa memberikan pengaruh negatif terhadap karakteristik karkas maupun perkembangan saluran pencernaan ayam broiler. Meskipun demikian, koefisien regresi EM yang sangat kecil (-0,001) mengindikasikan bahwa pengaruhnya terhadap penurunan FCR bersifat gradual, sehingga diperlukan peningkatan densitas energi yang substansial untuk menghasilkan perubahan FCR yang nyata. Protein Kasar ( $X_2$ ) menunjukkan pengaruh yang lebih kuat dengan nilai t-statistik -3,133 dan p-value 0,008 ( $p < 0,01$ ), yang berarti Protein Kasar berpengaruh negatif dan sangat signifikan secara parsial terhadap FCR. Koefisien regresi sebesar -0,079 mengindikasikan bahwa setiap peningkatan satu persen Protein Kasar akan menurunkan nilai FCR sebesar 0,079 dengan asumsi Energi Metabolis konstan. Secara biologis, ketersediaan asam amino yang memadai mengoptimalkan laju deposisi protein pada karkas, sebagaimana dinyatakan oleh Fanani et al. (2016) bahwa semakin tinggi nilai massa protein daging maka semakin baik proporsi protein pakan yang terasimilasi ke dalam jaringan tubuh ternak, sehingga pertambahan bobot badan lebih tinggi dibandingkan jumlah pakan yang dikonsumsi dan nilai FCR menjadi lebih rendah. Hal ini semakin diperkuat oleh Kamil et al. (2024) yang menyatakan bahwa optimalisasi asam amino individu mampu meningkatkan performa pertumbuhan dan karakteristik karkas sekaligus memberikan solusi produksi yang efisien secara biaya dan ramah lingkungan. Namun demikian, efektivitas Protein Kasar dalam menekan FCR di wilayah lahan kering tropis dapat terhambat oleh *heat stress* yang menurut Kandari et al. (2019) menyebabkan kerusakan vili usus dan penurunan aktivitas enzim proteolitik sehingga penyerapan protein menjadi tidak optimal meskipun kandungan PK dalam ransum sudah mencukupi.

Secara keseluruhan, hasil kajian ini membuktikan bahwa keseimbangan antara Energi Metabolis dan Protein Kasar merupakan penentu utama efisiensi pakan ayam broiler di wilayah lahan kering tropis. Protein Kasar terbukti memiliki pengaruh parsial yang lebih dominan dibandingkan Energi Metabolis dalam menurunkan nilai FCR, namun kedua variabel tersebut harus dioptimalkan secara sinergis karena energi yang tidak diimbangi protein

yang cukup tidak akan menghasilkan pertumbuhan yang efisien, begitu pula sebaliknya. Tantangan utama yang dihadapi adalah kondisi *heat stress* akibat suhu ekstrem lahan kering tropis ( $28^{\circ}\text{C}$ – $34^{\circ}\text{C}$ ) yang menyebabkan sebagian energi metabolis teralokasi untuk termoregulasi dan menghambat penyerapan protein secara maksimal. Oleh karena itu, formulasi ransum ayam broiler di wilayah lahan kering tropis hendaknya memprioritaskan optimalisasi kadar Protein Kasar dengan dukungan level Energi Metabolis yang memadai, disertai strategi manajemen pemeliharaan yang adaptif terhadap kondisi suhu ekstrem guna mencapai nilai FCR yang optimal dan efisiensi produksi yang berkelanjutan.

## KESIMPULAN

Kajian ini menyimpulkan bahwa Energi Metabolis dan Protein Kasar ransum secara simultan berpengaruh signifikan terhadap Feed Conversion Ratio (FCR) ayam broiler di wilayah lahan kering tropis, dengan Protein Kasar terbukti lebih dominan dibandingkan Energi Metabolis dalam meningkatkan efisiensi pakan. Inovasi pakan berbasis tepung larva Black Soldier Fly mampu menekan FCR hingga nilai terendah 0,98 melalui kombinasi densitas nutrisi tinggi dan profil asam amino yang lengkap, meskipun kondisi *heat stress* akibat suhu ekstrem ( $28^{\circ}\text{C}$ – $34^{\circ}\text{C}$ ) tetap menjadi faktor pembatas utama yang mengalihkan energi metabolis dari proses pertumbuhan menuju termoregulasi tubuh. Dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,596, sebesar 40,4% variasi FCR masih dipengaruhi oleh faktor lain di luar model, sehingga keseimbangan rasio energi dan protein yang adaptif terhadap iklim mikro lahan kering tropis tetap menjadi kunci utama dalam mencapai efisiensi pakan ayam broiler yang optimal dan mengindikasikan perlunya integrasi variabel manajemen pemeliharaan serta faktor genetik pada kajian lanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. P., Nahrowi, & Jayanegara, A. (2023). Evaluasi Kualitas Pakan terhadap Indeks Performa Ayam Ras Pedaging di Sulawesi Selatan. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 5(2), 51–63.
- Bana, M. V. M., Tinaprilla, N., & Pambudy, R. (2021). Efisiensi Teknis dan Profitabilitas Peternakan Rakyat Ayam Broiler di Kabupaten Kupang. *Jurnal Agro Ekonomi*, 39(1), 29–49.
- Bili, A. M., Deta, H. U., Ndaong, N. A., & Novian, D. R. (2025). Pengaruh Pemberian Pakan Kombinasi Tepung Kelor (*Moringa oleifera*) dan Perasan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam Pakan terhadap Bobot Badan dan Feed Conversion Ratio (FCR) Ayam Broiler. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 8(2), 62–74.
- Fanani, A. F., N. Suthama dan B. Sukamto. 2016. Efek penambahan umbi bunga dahlia sebagai sumber inulin terhadap pencernaan protein dan produktivitas ayam lokal persilangan. *J. Kedokteran Hewan*. 10 (1): 58 – 62.
- Jumba, P. P. J., Suryatni, N. P. F., Sinlae, M., & Mulyantini, N. G. A. (2025). Pengaruh Jenis Ransum Komersial pada Dua Strain Ayam Broiler terhadap



- Performa Ayam Broiler. *Animal Agricultura*, 2(3), 890–897.
- Kaka, A., Lole, U. R., & Kunu, P. J. (2021). Dampak stres panas terhadap profil fisiologis dan performa ayam broiler di daerah tropis kering. *Jurnal Ilmu Ternak*, 21(1), 15-22.
- Kamil, F. A., Nayyef, A. G., & Mouloud, I. F. (2024). Impact of Balanced Amino Acid Supplementation on Growth Performance, Meat Quality, and Economic Efficiency in Commercial Broiler Production. *Academic International Journal of Veterinary Medicine*, 2(2), 55-59.
- Kandari, S., Mulyantini, N. G. A., & Suryatni, N. P. F. (2019). Pengaruh suhu lingkungan terhadap struktur histologi vili usus halus dan performa ayam broiler. *Jurnal Veteriner*, 20(3), 345-352.
- Lole, U. R., Kaka, A., & Ndamu, K. (2021). Strategi manajemen pakan pada kondisi lingkungan lahan kering untuk meningkatkan produktivitas broiler. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 24(2), 88-95.
- Manafe, M. E., Mullik, M. L., & Telupere, F. M. S. (2017). Performans Ayam Broiler melalui Penggunaan Tepung Krokot (*Portulaca oleracea* L) yang Disubstitusikan dalam Ransum Komersial. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 12(4), 379–389.
- Mandalawi, H. A. (2023). Energy concentration and protein inclusion in diets for broilers: Effects on growth performance. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*, 23(1), 25–32.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. 2022. *Animal Nutrition*. Eighth Edition. Pearson Education Limited, Harlow, England.
- Ndu, A. N., Mulik, S. E., & Nguru, D. A. (2022). Variasi kebutuhan nutrisi ayam broiler pada berbagai kondisi iklim mikro: Sebuah tinjauan. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 5(2), 110-118.
- Ndun, A. N., Mulik, S. E., Nguru, D. A., & Menoh, Y. R. (2025). Efek Penambahan Tepung Larva Black Soldier Fly dalam Ransum terhadap Performa Ayam Broiler. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 13(1), 205–215.
- Penu, C. L., Mullik, M. L., & Telupere, F. M. S. (2020). Optimalisasi bahan pakan lokal dalam meningkatkan efisiensi pakan ayam broiler di daerah semi-arid. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 15(4), 412-420.
- Purnamasari, D. K., Syamsuhaidi, Wiryawan, K. G., Erwan, Sumiati, Zohriana, W., & Arifin, Y. (2021). Produktivitas Ayam Pedaging Pola Kemitraan di Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, Special Issue, 320–333.
- Sandi, S., Desiarni, E., & Asnam, M. (2018). Manajemen pakan ayam broiler di peternakan rakyat. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 7(1), 21-29.
- Silondae, H. dan D. Polakitan. 2018. Pengaruh Imbangan Energi dan Protein Serta Kepadatan Kandang Terhadap Penampilan Ayam Pedaging. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 20 (3): 175-180.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Pakan ayam ras pedaging (broiler) - Bagian 1: Sebelum masa awal (pre starter)* (SNI 8173.1:2015). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Pakan ayam ras pedaging (broiler) - Bagian 2: Masa awal (starter)* (SNI 8173.2:2015). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Pakan ayam ras pedaging (broiler) - Bagian 3: Masa akhir (finisher)* (SNI 8173.3:2015). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sundu, B., Hatta, M., & Suryani, S. (2022). Interaksi energi dan protein ransum terhadap kinerja pertumbuhan ayam broiler di lingkungan panas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 10(1), 45-53.
- Takaeb, A., Mulyantini, N. G. A., & Sinlae, M. (2023). Analisis zona thermoneutral pada ayam broiler yang dipelihara di dataran rendah lahan kering. *Jurnal Animal Scientia*, 12(2), 167-175.
- Uskono, J.. (2024). Sintesis literatur sistematis: Kebutuhan energi dan protein ayam broiler pada iklim tropis. *Jurnal Riset Peternakan*, 18(1), 50-62.
- Wasti, S., Sah, N., & Mishra, B. (2020). Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals*, 10(8), 1266.
- Zurmiati, Wizna, Abbas, M. H., & Mahata, M. E. (2017). Pengaruh imbangan energi dan protein ransum terhadap pertumbuhan itik Pitalah yang diberi probiotik *Bacillus amyloliquefaciens*. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 19(2), 88-95.