

**PENGGUNAAN KOMBINASI KADAR PROTEIN PAKAN  
DAN THREONIN TERHADAP PENAMPILAN PRODUKSI  
DAN KECERNAAN PAKAN PADA AYAM KAMPUNG UNGGUL**

**Erik Priyo Santoso, Eka Fitasari, Veronika Togola dan Robertus Aba Leuhapu**

Fakultas Pertanian, Universitas Tribhuwana Tungadewi

Korespondensi: [erikpriyosantoso@yahoo.co.id](mailto:erikpriyosantoso@yahoo.co.id)

---

**Abstract**

*Article history:*

Received 20 October 2023

Accepted 29 December 2023

Published 31 December 2023

---

This research aimed to determine the effect of a combination of feed protein levels and threonine, namely feed formulations with crude protein (PK) levels of 19%, 18%, and 17% combined with the addition of the amino acid threonine 100%, 110%, and 120%. The research used a Completely Randomized Design Method repeated three times. The parameters measured in this study were production performance (feed consumption, body weight gain, FCR, feed efficiency) and digestibility (metabolic energy and N retention). The combination of feed PK and threonine content did not significantly affect all parameters ( $p>0.05$ ). Feed PK significantly affected feed consumption, FCR value, and N retention value. The results showed that the highest body weight gain was in 80-day-old chickens produced in the 18% PK treatment 1264.43 gr/head and decreased in the 17% CP treatment. The highest feed efficiency occurred in the PK 18% treatment at 34.99%. The 18% protein at all threonine levels gave an AMEn value with an average value of 3418.15 Kcal/kg and N Retention with a value of 89.12%. Feed treatment with a protein content of 18% combined with 100%, 110%, and 120% threonine treatment gave the best results in body weight gain and feed efficiency. *Keywords: body weight gain; feed consumption; feed efficiency; nitrogen retention; threonine.*

**Pendahuluan**

Indonesia banyak memiliki berbagai genetic ayam buras. Pada tahun 2022 jumlah ayam buras di Indonesia adalah sebanyak 314,1 juta, jumlah ini meningkat sebesar 2,5% dibandingkan tahun 2021 (BPS, 2022). Kualitas genetic yang bervariasi tidak lepas dari peran peternak yang mengembangkan kualitas ayam buras secara mandiri. Salah satunya adalah ayam kampung Unggul yang

merupakan hasil strain "baru" dari hasil persilangan ayam Kedu betina dan menggunakan pejantan Pelung, Gaok, dan Bangkok. Hasil persilangan adalah bertujuan untuk menghasilkan ayam yang siap panen pada umur 2 bulan dengan bobot rata-rata 1 kg. Mengingat strain dari perkembangan genetika maka sangat minim sekali data tentang ayam kampung tersebut. Untuk itu, menarik dikaji tentang pakan yang diberikan

terhadap ayam tersebut. Salah satunya adalah dengan mengkaji pengaruh asam amino threonin pada pakan untuk mendapatkan hasil yang baik dan seimbang.

Peningkatan produksi unggas perlu didukung oleh pengetahuan dan teknologi seperti genetika, fisiologi, biokimia, nutrisi, mikrobiologi, imunologi. Pada satu aspek pokok, pakan merupakan aspek yang menonjol dikarenakan persentase kebutuhannya yang paling besar dibandingkan biaya produksi lainnya (Valls, 2021). Penelitian terhadap penurunan kadar protein sudah dilakukan sejak dari tahun 1940an dengan mencari formulasi penggunaan protein kasar yang efisien dan ditambah dengan penggunaan asam amino (Kidd *et al.*, 2021). Enzim pepsin, tripsin, dan beberapa enzim indigenus lainnya, seperti mucin yang merupakan asam amino indigenus, akan menurun jika pakan mengandung protein kasar yang rendah (Lien *et al.*, 2001). Menurut (Wu, 2009 dalam (Kidd *et al.*, 2021), penurunan aliran asam amino indigenus dan pemberian suplementasi asam amino akan diserap 100% di dalam usus dibandingkan asam-asam amino yang terikat pada pakan, sehingga diduga akan meningkatkan kesehatan saluran pencernaan. Menjaga kondisi sel-sel epitel yang sehat penting dalam hal kaitannya terhadap villi-villi usus yang berkaitan dengan protein complex, adherens junctions, desmosomes, dan tight junction. Tight junctions akan memfasilitasi permeabilitas paracellular yang memiliki peran penting dalam penyerapan nutrient dan mencegah mikroba penghasil toksin untuk masuk dalam usus (Barekatin *et al.*, 2019). Penurunan kadar protein tanpa penambahan asam-asam amino akan memperburuk kejadian aflatoxicosis pada permeabilitas usus, yang malah akan meningkatkan 10% protein dalam pakan (Chen *et al.*, 2016).

Penggunaan threonine (Whelan *et al.*, 2019) dalam pakan diketahui memberikan dampak terhadap pembentukan system imun. Suplementasi threonine akan meningkatkan sekeresi mucin dalam usus (artikel). Pada unggas memiliki jaringan mucosa-associated

tissues seperti jaringan *bronchus-associated lymphoid* dan *gut-associated lymphoid* yang terhubung dengan lapisan tebal pelindung mucus yang berfungsi sebagai barrier antara mikroorganisme dalam lumen dan sel-sel epitel yang terhubung pada paru-paru atau usus. Mucus terdiri dari dari mucin yang merupakan protein terglycosilasi (*glycosylated protein*) yang kaya akan area proline-threonine-serine dimana protein ini menyusun hingga 50% struktur protein. Kekurangan threonine yang terikat pada bahan pakan akan mengurangi produksi mucin. Penggunaan pakan tinggi akan serat kasar yang menyebabkan infeksi bakteri patogen yang tinggi dalam usus akan menstimulasi produksi mucus dan tentunya kebutuhan akan threonine. Ditambahkan oleh (Rémond *et al.*, 2009), usus yang mengalami peradangan akan membutuhkan lebih banyak threonine dengan tujuan untuk menstimulasi produksi mucin lebih banyak dan threonine ini juga berperan dalam sintesis protein plasma dan dinding usus halus. Lebih jauh dalam penelitiannya diutarakan bahwa mucin tidak akan didegradasi oleh enzim-enzim pencernaan dalam lumen atau diserap disaat produksi mucus disekresikan dalam lumen usus, sehingga protein dapat terdepositasi secara maksimal untuk membentuk serat otot daging selama pertumbuhan.

Penggunaan threonine juga telah banyak diteliti dengan tujuan untuk meningkatkan antibody dimana threonine meningkatkan immunoglobulin pada unggas. Urutan sequent peptide unggas yaitu immunoglobulin pada bagian ikatan terang banyak mengandung serine dan threonine dibandingkan jenis asam-asam amino lainnya (The UniProt, 2017 dalam Whelan *et al.*, 2019). Pada bagian khusus dari antibody, khususnya pada unggas, secara significant pada protein, area berikatan dengan threonine jauh lebih panjang, dibandingkan dengan antibody pada mamalia lainnya (Wu *et al.*, 2016), selain threonine pada area tersebut juga banyak tersusun dari asam-asam amino lainnya seperti serin, alanine, dan cistin yang merupakan asam amino yang

mengandung sulfur (SAA). Menurut hasil penelitian (Sigolo et al., 2017), tindakan vaksinasi pada unggas akan meningkatkan kebutuhan threonine dari broiler untuk meningkatkan respon antibody, dimana dalam penelitiannya peningkatan penggunaan threonine ternyata meningkatkan produksi antibody spesifik pada pasca vaksinasi ND.

Penelitian terkait penggunaan level protein pada ayam kampung oleh (Fitasari et al., 2016), bahwa penggunaan formulasi pakan berbasis jagung – bungkil kedelai dengan protein 19% dan EM 2729 kkal/kg memberikan hasil tertinggi terhadap bobot badan ayam buras umur 60 hari (PBB 854,53 gr) dibandingkan formulasi pakan dengan protein 20% dan pakan pabrik (Protein 22-23%). Pengujian pakan pada ayam menggunakan kadar protein 22% dan EM 3100 kkal/kg menghasilkan bobot badan tertinggi (rata-rata 620,75 gr) ayam umur 10 minggu dibandingkan menggunakan protein yang lebih rendah (Ariesta dkk., 2015). Reo (2012), penggunaan pakan susun sendiri menggunakan bahan pakan lokal protein 19% memberikan hasil terbaik terhadap PBB dan IOFC (*income over feed cost*) dibandingkan dengan bahan pakan susun sendiri dengan PK 20% dan pakan jadi BR1, pencapaian bobot badan ini tidak signifikan pada formulasi dengan protein kasar 18% dan 17%, walaupun sudah terjadi penurunan BB dibandingkan 19%.

Dari hasil-hasil penelitian terhadap ayam kampung mengenai penggunaan nutrisi pakan yang berbeda terutama kadar protein menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Penggunaan asam amino sangat penting pada ayam kampung dikarenakan rata-rata level protein pakannya adalah lebih rendah dibandingkan ayam potong. Penggunaan pakan dengan level protein yang lebih rendah harus didukung oleh penggunaan asam amino yang seimbang. Threonin merupakan asam amino yang memberikan pengaruh terhadap kesehatan unggas yang berpengaruh langsung terhadap vili-vili usus yang merupakan area penyerapan pakan yang utama. Penggunaan threonin dari pakan yang ditambahkan menjadi

penting dikarenakan Tingkat penyerapan nya yang 100% atau lebih efisien dibandingkan asam amino yang terikat pada pakan dikarenakan harus melewati proses pemecahan terlebih dahulu. Berdasarkan latar belakang ini perlu diteliti penggunaan formulasi pakan dengan kadar protein pakan yang tepat bagi ayam kampung yang dikombinasikan dengan level threonin. Hipotesis yang diambil adalah bahwa penggunaan kadar protein pakan dan level protein pakan yang tepat dapat berpengaruh terhadap pencernaan pakan sehingga akan memberikan peningkatan produksi yang maksimal. Tujuan penelitian ini adalah mencari interaksi terbaik kadar protein pakan dengan level threonin yang mampu memberikan meningkatkan penampilan produksi dan pencernaan ayam kampung.

### Metode Penelitian

Penelitian lapang dilakukan menggunakan bibit DOC ayam Kampung Unggul (persilangan persilangan dari ayam Jantan Pelung, jantan gaok, jantan bangkok, dan betina ayam kedu) dihasilkan oleh peternak Rakyat Mandiri (Pancamurti, Malang) sebanyak 108 (bobot rata-rata 38,15 gr). Analisa Kadar Protein dilakukan di Laboratorium Nutrisi Dan Makanan Ternak dan Analisa Gross energi, dan Bahan Kering dilakukan di Laboratorium Laboratorium Teknologi Pakan, Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Jember. Penelitian ini menggunakan 2 jenis kandang. Umur 1-80 hari ayam dipelihara pada kandang postal yang terdiri dari 27 unit, masing-masing kandang diisi 4 ekor yang sudah dilengkapi dengan tempat makan dan tempat minum, ukuran per petak lebar 80 cm, panjang 60 cm, tinggi 70 cm lantai beralaskan sekam padi. Selama pemeliharaan ayam mendapatkan vaksin ND-IB, Gumboro, dan ND Lasota. Pada umur 80-90 ayam dipindah ke kandang metabolis dimana per unit terdiri dari 1 ekor dan pada tahap pengambilan data dilakukan penampungan feses dan sisa pakan selama 3 hari.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang di ulang sebanyak 3 kali masing-masing ulangan di isi 4 ekor ternak ayam sehingga di peroleh 108 ekor ternak ayam kampung. Faktor Pertama (A) adalah Formulasi pakan perlakuan menggunakan 3 level protein (A1=PK 19%, A2=PK 18 %, A3=PK 17 %) dan Faktor B level asam Amino Threonin menggunakan 3 level (B1=100%, B2=110%, B3=120%), sehingga tersusun dari 9 kombinasi perlakuan dan di ulang sebanyak 3 kali : A1B1 (Formulasi pakan PK 19%, level threonin 100%), A1B2 (Pk 19%, threonin 110%), A1B3 ( Pk 19%, threonin 20%), A2B1 (PK 18%, threonin 100%), A2B2 (PK 18%, threonin 110%), A2B3 (PK 18 %, threonin 120%), A3B1 (PK 17%, threonin 100%), A3B2 (PK 17%, threonin 110%), A3B3 (PK 17%, threonin 120%).

Selama penelitian, umur 1-14 hari ayam diberi pakan BR1 buatan pabrik (Protein 21-23%), pada umur 15 hingga panen menggunakan pakan formulasi sesuai perlakuan. Adapun Formulasi pakan disajikan pada Tabel 1. Pada perlakuan penggunaan threonin adalah berdasarkan NRC (1994) untuk level threonin 100% yaitu sebanyak 0,8% (yang berlaku untuk PK 19,18, dan 17%). Secara lebih lengkap adalah sebagai berikut :

1. Pada formulasi protein 19% diperoleh kadar threonin sebesar 0,8% (table 1). Kebutuhan threonin sesuai standar NRC (1994) 0,8 untuk perlakuan 100%. Perlakuan 110% membutuhkan threonin sebesar 0,88 sehingga penambahan threonin adalah  $0,88-0,8 = 0,08\%$  dan untuk perlakuan 120% sebesar 0,96%, sehingga kekurangan threonin yang di tambahkan adalah  $0,96-0,8 = 0,16\%$ .
2. Pada formulasi protein 18% diperoleh kadar threonin sebesar 0,77% (Tabel 1). Kebutuhan threonin menurut NRC (1994) adalah 0,8% sehingga kebutuhan threonin 100% (NRC) yang disuplementasi dari luar adalah  $0,8-0,77 = 0,0214\%$ . Perlakuan 110% membutuhkan threonin 0,88% sehingga penambahan threonin adalah 0,88-

$0,7786 = 0,1014\%$ . Perlakuan 120 % sebesar 0,96%, sehingga kekurangan threonin yang di tambahkan adalah  $0,96-0,7786 = 0,1814\%$ .

3. Pada formulasi protein 17% diperoleh kadar threonin sebesar 0,74%. Kebutuhan threonin NRC (1994) adalah 0,8 % sehingga kebutuhan threonin 100% (NRC) yang ditambahkan adalah  $0,8-0,74 = 0,058\%$ . Perlakuan 110% membutuhkan threonin 0,88%, sehingga penambahan threonin adalah  $0,88-0,74 = 0,138\%$ . Perlakuan 120 % membutuhkan threonin sebesar 0,96%, sehingga kekurangan threonin yang di tambahkan adalah  $0,96-0,74 = 0,22\%$ .

Adapun variabel pengamatan dalam penelitian terdiri dari:

1. Konsumsi Pakan

$$\frac{\text{Pakan yang di berikan (g)} - \text{sisa pakan (g)}}{\text{Jumlah ayam (ekor)}}$$

2. Pertambahan Bobot Badan Ayam

$$\text{PBB} = \text{Bobot Badan Akhir} - \text{Bobot Badan Awal}$$

3. Efisiensi Pakan

$$\begin{aligned} & \text{Efisiensi Pakan} \\ & = \frac{\text{Pertambahan Bobot Badan (g)}}{\text{Konsumsi pakan (g/ekor)}} \times 100\% \end{aligned}$$

4. FCR

$$\text{FCR} = \frac{\text{Konsumsi pakan (gr)}}{\text{bobot badan (gr)}}$$

5. Energi Metabolis (*AMEn*): Apparent Metabolizable Energy (Sibbald, 1977)

$$\text{AMEn} = \text{C-dW} - 8.73 (\text{N-dT}) \text{ Kkal/kg}$$

Keterangan :

C : energi bruto dari 1 kg bahan pakan yang diteliti (Kkal)

d : energi bruto dari 1 kg ekskreta yang didapat per kg

W : energi bruto dari 1 kg ekskreta yang didapat (Kkal)

N : jumlah gram Nitrogen dari 1 kg bahan pakan

T : jumlah gram Nitrogen dari 1 kg ekskreta yang didapat

6. Retensi Nitrogen (*Nitrogen Retention*)

$$\text{Retensi Nitrogen (g)} = \text{N Pakan} - \text{N Ekskreta.}$$

Data yang diperoleh dari semua variabel yang diamati, kemudian dihitung dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan taraf ketelitian (error) 5% dan 1 %. Apabila hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ) maka dilakukan dengan uji lanjut BNT 5%.

## Hasil Dan Pembahasan

### Pengaruh Kadar Protein Pakan dan Level Threonin terhadap Konsumsi Pakan, Pertambahan Bobot Badan, dan efisiensi pakan

Pengaruh dari perlakuan kombinasi kadar protein pakan dan threonin terhadap konsumsi pakan, pertambahan bobot badan dan efisiensi pakan ayam kampung unggul disajikan pada tabel 1. Threonin (Thr) merupakan asam amino pembatas ketiga pada ayam pedaging setelah lisin dan beberapa asam amino yang mengandung belerang dan asam amino ini tidak dapat disintesis oleh ayam sehingga harus ditambahkan dari pakan. Threonin terlibat dalam banyak proses metabolisme, seperti sintesis dan degradasi protein, konversi nitrogen amonia, dan konversi kerangka karbon menjadi glukosa dan energi, di antara proses lainnya (Kidd and Kerr, 1996). Penambahkan tingkat Thr yang lebih tinggi ke dalam pakan ayam pedaging daripada

yang direkomendasikan oleh NRC meningkatkan kemampuan antioksidan dan fungsi kekebalan tubuh (Azzam et al., 2012). Serum glutathioneperoksidase (GSH-PX) dan konsentrasi katalase serta tingkat superoksida dismutase (SOD) meningkat linear dengan meningkatnya level Thr. Level Thr 125% dari rekomendasi NRC memiliki efek yang lebih baik pada kapasitas antioksidan dan kekebalan tubuh, serta menjaga homeostatis tubuh (Ji et al., 2019).

Hasil penelitian yang tersaji pada Tabel 2, interaksi kadar protein pakan formulasi PK 19%, 18%, 17% dengan level threonine 100%, 110%, dan 120% tidak memberikan pengaruh terhadap semua parameter ( $P>0,05$ ). Namun, berdasarkan bobot rata-rata ayam umur 80 hari dari penggunaan level pakan 17% pada penggunaan threonin 100% dan 110% menunjukkan bobot badan rata-rata yang tinggi yaitu 1570,667 gram dan 1492,33 gram, berturut-turut.

Tabel 2. Pengaruh kadar protein pakan dan threonin terhadap konsumsi pakan, pertambahan bobot badan (g/ ekor) dan efisiensi pakan ayam kampung unggul

Pengaruh interaksi PK pakan dan level threonine terhadap parameter Penelitian <sup>tn</sup>					
Kombinasi Perlakuan	Konsumsi Pakan (g/ekor)	BB panen (g/ekor)	PBB selama pakan perlakuan (g/ekor)	Efisiensi pakan (%)	FCR
A1B1	3826,47±348,5	1576,7±732	1176,31±104,59	31,04±5,11	3,28±0,6
A1B2	3519,31±207,9	1354±89,2	1319,86±229,02	37,38±4,72	2,70±0,3
A1B3	3419,25±19,3	1245±123,8	1137,47±166,73	33,29±5,07	3,05±0,4
A2B1	3603,67±253,4	1331±70,3	1272,11±19,34	35,41±2,37	2,83±0,2
A2B2	3443,92±240,5	1309,3±86	1248,42±33,05	36,34±2,09	2,75±0,2
A2B3	3846,42±254,8	1331,7±189,9	1272,75±147,26	33,21±4,41	3,04±0,4
A3B1	3764,19±464,8	1570,7±373,9	1162,67±187,84	31,03±5,24	3,28±0,5
A3B2	4482,44±898,8	1492,3±216	1098,81±95,13	25,41±6,68	4,15±1,2
A3B3	3975,42±164,8	1184±108,9	1125,22±192,73	28,26±4,21	3,59±0,6
Pengaruh Kadar Protein Pakan					
	Konsumsi Pakan (g/ekor)*	BB panen (g/ekor)	PBB selama pakan perlakuan (g/ekor)	Efisiensi pakan (%)	FCR*
A1	3588,3 <sup>a</sup> ±273,9	1391,9±248,8	1211,2±172,4	33,9±3,2	3,01 <sup>a</sup> ±0,5
A2	3631,3 <sup>a</sup> ±304,6	1324±110,6	1264,4±77,02	34,9±1,6	2,88 <sup>a</sup> ±0,3
A3	4074,02 <sup>b</sup> ±604,1	1415,9±284,3	1128,9±145,4	28,2±2,8	3,67 <sup>b</sup> ±0,8

Keterangan :

tn : kombinasi kadar protein dan level threonin tidak memberikan pengaruh kepada parameter penelitian Kadar protein pakan memberikan pengaruh nyata terhadap Konsumsi Pakan dan FCR ( $p<0,05$ )

Penurunan terjadi pada perlakuan PK yang sama yaitu pada penggunaan threonin 120% dimana menghasilkan bobot badan 1184,7 gram. Tingginya bobot badan pada perlakuan A3B1, dan A3B2 adalah hampir sama dengan bobot badan yang dihasilkan pada A1B1. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan level threonin yang lebih tinggi dari standar yang ditetapkan oleh NRC yaitu 0,8% mampu mendukung performance ayam kampung unggul pada taraf kadar protein yang diturunkan hingga 17%. Berdasarkan data pada Tabel 2, secara keseluruhan perlakuan kadar protein pakan memberikan pertambahan bobot badan yang tertinggi pada perlakuan PK 18% pada semua level protein. Ini merupakan level maksimal yang mampu memberikan pengaruh pada bobot badan pada semua level threonin. Hasil ini lebih tinggi jika dibandingkan Fitasari dkk (2016).

Penggunaan kadar protein pakan yaitu A1, A2, dan A3 memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter konsumsi dan FCR ( $p < 0.05$ ). Semakin rendah kadar protein menyebabkan peningkatan terhadap konsumsi pakan. Hal ini menunjukkan bahwa unggas memenuhi kebutuhan nutrisinya dengan cara meningkatkan konsumsi, penggunaan kadar protein 17% dianggap masih kurang, sehingga unggas meningkatkan konsumsinya untuk memenuhi kebutuhan protein tubuh. Penelitian Fitasari dkk (2016), bobot badan yang tertinggi dihasilkan oleh perlakuan level protein 19% lebih tinggi dibandingkan protein 20% dan pakan BR1, pada level protein 18% dan 17% terjadi penurunan bobot badan walaupun secara statistik tidak berbeda nyata dibandingkan dengan level protein 19%. Penelitian untuk mengetahui kebutuhan protein ayam kampung perlu secara kontinyu dilakukan, mengingat kualitas genetik yang dihasilkan adalah tergantung dari strain ayam yang digunakan untuk persilangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan level atau kadar protein yang lebih rendah dan pada penggunaan level threonin yang lebih tinggi dibandingkan standar NRC mampu

menunjang bobot badan ayam sama baiknya dengan kadar protein 19%. Fitasari dkk (2016) melaporkan pada umur 60 hari dihasilkan PBB tertinggi ayam kampung (persilangan ayam bangkok dan kedu merah) yaitu 854,53 gram, sementara pada hasil penelitian ini dihasilkan PBB 1128,9 – 1264,4 gram pada umur 80 hari pada ayam kampung unggul (hasil persilangan ayam jantan Pelung, jantan gaok, jantan bangkok, dan betina ayam kedu). Perbedaan induk dan pejantan diduga menjadi salah satu penyebab perbedaan ini, namun hasil persilangan dengan kualitas genetic yang lebih unggul untuk menghasilkan ayam tipe pedaging harus disesuaikan kebutuhan nutrisinya agar potensi genetic ini dapat maksimal. Yamin (2002) bahwa untuk menghasilkan bobot badan maksimal maka sangat perlu diperhatikan kualitas dan kuantitas pakan. Pakan tersebut harus mengandung zat makanan dalam keadaan cukup dan seimbang sehingga dapat menunjang pertumbuhan maksimal. Peran protein pada ternak salah satunya dalam pembentukan daging, pengganti sel-sel yang rusak dan faktor pendukung proses pertumbuhan

(Berres et al., 2007) menyatakan bahwa Threonin (Thr), merupakan asam amino pembatas ketiga setelahnya metionin dan lisin yang terdapat pada pakan berbasis jagung-kedelai, yang terlibat dalam perkembangan dan fungsi usus yang baik. Sintesis protein tubuh, kolagen, elastin, antibodi serta produksi asam urat dan enzim pankreas juga membutuhkan Thr (Debnath et al., 2019). Lendir yang melindungi usus mengandung 40% protein yang Sebagian besar tersusun atas threonine, sehingga secara langsung threonine menjaga system barrier usus dan pemeliharaan mucin usus menjadi sangat penting (Wang et al., 2010). Ditambahkan oleh (Trevisi et al., 2015), pemenuhan threonine diatas kebutuhan pakan meningkatkan pertumbuhan organ kekebalan tubuh, merangsang sintesis imunoglobulin, meningkatkan respon imun dan mengurangi stres imun disebabkan oleh *Escherichia coli* pada unggas. Pakan yang mengandung lebih banyak

threonin (10 dan 20%), daripada yang direkomendasikan NRC, menghasilkan kinerja pertumbuhan broiler dan karakteristik karkas yang lebih baik, peningkatan pencernaan protein dan asam amino di ileum, menghasilkan usus yang sehat dan peningkatan kekebalan pada ayam pedaging. Ditambahkan, bahwa penggunaan threonin pada pakan berbasis bungkil kedelai menghasilkan kinerja yang optimal 10% lebih tinggi dibandingkan pakan yang mengandung canola (Ahmad et al., 2020).

(Taghinejad-Roudbaneh et al., 2013) mengatakan bahwa suplementasi threonin memiliki efek besar terhadap titer anti bodi IBD pada ayam broiler, Tingkat Thr 0,81% mendukung kinerja pertumbuhan dan fungsi kekebalan tubuh. Meningkatnya konsumsi pakan seiring dengan meningkatnya level pemberian threonin terjadi karena threonin mampu menyeimbangkan profil asam amino di dalam darah dan mekanisme otak dalam mengatur nafsu makan salah satunya tergantung pada asam amino darah, dimana level yang tidak seimbang dapat menurunkan nafsu makan (Debnath et al., 2019). Penambahan asam amino threonin dalam pakan dengan kadar protein tinggi diduga tidak memberikan pengaruh dalam konsumsi pakan karena dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya ransum, lingkungan, genetik dan performa produksi serta jenis strain ayam yang di pelihara pada lingkungan tropis. Menurut rekomendasi asam amino NRC (1994) (*National Research Council*) pemeliharaan ayam hanya cocok diterapkan pada lingkungan *temperate*. Penggunaan standar kebutuhan threonine disesuaikan dengan jenis ayam, perkembangan genetic, dan status imunitas unggas (Taghinejad-Roudbaneh et al., 2013)

Menurut Dewi (2010), ayam kampung umur 0-10 minggu disarankan untuk menggunakan level energi 2.900-3100 kkal/kg pakan untuk pertumbuhan dan produksi karkas. Hal ini menunjukkan bahwa energi metabolisme dalam pakan perlakuan sudah memenuhi kebutuhan ayam kampung KUB. Oleh sebab itu, jumlah pakan yang dikonsumsi relatif sama untuk pertumbuhan ayam KUB.

Selanjutnya sesuai dengan pernyataan Made dkk. (2017) konsumsi pakan dipengaruhi oleh kebutuhan energi dan kadar energi pakan. Pendapat Wahyu (2004,) bahwa konsumsi pakan dapat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas pakan, umur, aktivitas ternak, palatabilitas pakan, tingkat produksi dan pengelolaannya. Komposisi kimia dan keragaman pakan serat hubungannya dengan konsumsi pakan. Negoro dan Muharlien (2013), menyatakan bahwa tingkat energi dalam pakan akan menentukan jumlah pakan yang dikonsumsi.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada perlakuan kadar pakan PK 19%, 18% dan 17%, dan perlakuan asam amino threonin 100%, 110% dan 120%, menunjukkan bahwa perlakuan kadar PK dan threonin memberikan pengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap efisiensi pakan ayam kampung. Hal ini dipengaruhi oleh konsumsi pakan dan penambahan bobot badan ayam kampung yang juga tidak berpengaruh nyata. Meskipun hasil tidak berpengaruh secara statistik data lapangan menunjukkan bahwa PK 18% (penambahan asam amino threonin 110%) memiliki nilai efisiensi pakan cenderung lebih baik yaitu 34,99% dibandingkan dengan PK 19% (penambahan asam amino threonin 100%) dan PK 17% (penambahan asam amino threonin 120%). Rendahnya PBB dan efisiensi pakan pada PK 19% diduga karena kelebihan protein yang dibuang menjadi feses dan meningkatkan ammonia. Pencapaian nilai efisiensi pakan disebabkan karena jumlah konsumsi pakan yang diimbangi dengan penambahan bobot badan yang dicapai pada masing-masing perlakuan. Menurut Afria dkk (2013) bahwa nilai efisiensi pakan menentukan biaya pakan, semakin tinggi nilai efisiensi pakan semakin menurunkan biaya pakan, sehingga dapat memperoleh keuntungan yang tinggi. Pada dasarnya efisiensi pakan menggambarkan kemampuan ayam dalam memanfaatkan pakan yang diberikan. Semakin tinggi nilai efisiensi pakan berarti semakin baik

Asam amino dalam pakan termasuk berfungsi untuk kebutuhan sintesis protein

dalam jaringan tubuh. Asam amino yang diberikan harus dalam keadaan *balance*. Kelebihan salah satu asam amino perlu ditambahkan asam amino yang lain. Apabila hal ini tidak diperhatikan maka dapat bersifat antagonisme dan akibat lebih lanjut bersifat racun. Kelebihan atau kekurangan salah satu asam amino terutama asam amino esensial dapat menghambat metabolisme dan fungsi fisiologis ternak, dan selanjutnya mempengaruhi konsumsi pakan, pertumbuhan dan menurunkan efisiensi pakan. Konversi pakan dapat digunakan sebagai standar produksi guna mengetahui efisiensi penggunaan pakan dan efisiensi dalam hal perubahan pakan menjadi pertambahan berat badan (Rositawati dkk, 2010). Nilai pencernaan pakan yang rendah menyebabkan konversi pakan cenderung meningkat (Julendra dkk, 2010).

### **Pengaruh Kadar Protein Pakan dan Level Threonin terhadap Energi Metabolis dan retensi N**

Energi Metabolis merupakan selisih antara kandungan energi bruto (*gross energy*) dari bahan pakan dan energi yang hilang dari ekskreta. Energi metabolis menurut Sibbald (1979) adalah perbedaan antara kandungan energi bruto bahan pakan atau ransum dengan energi bruto yang dikeluarkan melalui ekskreta. Pengujian dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kajian tentang pengaruh yang nyata energi metabolis (*AMEn = Apparent Metabolizable Energy*) pada ayam kampung unggul dari penggunaan kombinasi kadar protein pakan dan level asam amino threonin dapat dilihat pada tabel 2.

Pada umumnya metabolisme asam amino melibatkan: sintesis dan degradasi protein, penggabungan nitrogen asam amino menjadi asam urat, konversi kerangka karbon asam amino menjadi glukosa, lemak, energi, atau CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, dan pembentukan turunan non-protein. Di sini, threonin berpartisipasi dalam sintesis protein, dan katabolismenya menghasilkan banyak produk penting dalam metabolisme (yaitu glisin, asetil-KoA, dan

piruvat) (Shirisha et al., 2018). Katabolisme L-threonin sebagian besar menghasilkan glukogenik produk karena menghasilkan piruvat dan propionate threonin dehidratase, threonin dehidrogenase dan threonin aldolase berpartisipasi dalam katabolisme threonin pada anak ayam. Threonin menghasilkan piruvat untuk energi atau produksi glukosa dan glisin untuk kebutuhan metabolisme (misalnya sintesis protein, kreatin, serin, asam urat, garam empedu, dan glutathione) (Shirisha et al., 2018). Pada dasarnya ayam memerlukan glisin atau serin (Akrobawi & Kratzer, 1968).

Pada tabel 2 diatas dari kombinasi perlakuan kadar protein pakan ayam dengan level threonin memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap energi metabolis dan retensi N ( $p > 0,05$ ), namun secara statistik penggunaan kadar protein pakan memberikan pengaruh sangat berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter retensi N. Hasil retensi N ini sejalan dengan hasil analisa energi metabolis pakan dimana perlakuan PK 19% memberikan hasil tertinggi terhadap parameter pencernaan. Penggunaan pakan dengan kadar protein yang lebih rendah pada ayam kampung unggul diduga ayam lebih maksimal memanfaatkan asam amino, terutama threonine untuk diserap di dalam usus. Hasil perhitungan dalam penelitian ini, pada level protein 17%, penggunaan threonine 110% masih membutuhkan penambahan Threonin sebesar 0,138%, sementara pada level threonine 120% membutuhkan 0,22%, kekurangan ini ditambahkan dari asam amino threonine tunggal. Namun pada penambahan perlakuan threonine 120% sepertinya tidak menunjukkan keseimbangan asam amino dengan suplai asam amino yang disuport dari pakan, hal ini menyebabkan pengaruh ke bobot badan yaitu menyebabkan penurunan. Hasil ini sesuai dengan pendapat (Kidd and Kerr, 1996), penggunaan pakan dengan kadar protein yang mengandung Threonin yang juga terbatas, memerlukan tambahan suplementasi threonine dari luar untuk mengoptimalkan konversi pakan dan bobot badan.



Tabel 2. Rataan Pada Masing-masing kandungan AMEn (Apparent Meta Bolizable Energi) dan Retensi Nitrogen

Perlakuan	AMEn (%)	Retensi Nitrogen (%)
A1B1	3528,33±31,9	92,70±0,7
A1B2	3447,07±91,1	90,81±2,2
A1B3	3454,31±35,1	91,37±0,9
A2B1	3422,64±79,4	89,51±2,04
A2B2	3391,63±39,3	88,83±1,02
A2B3	3440,19±64,9	89,02±1,61
A3B1	3377,70±63,7	86,77±1,8
A3B2	3493,57±81,7	90,30±2,3
A3B3	3387,02±58,2	87,54±1,5
Pengaruh Kadar Protein Pakan terhadap parameter		
	AMEn (%)	Retensi Nitrogen (%)**
A1	3476.57 ± 134.92	91.63 <sup>b</sup> ± 2.92
A2	3418.15 ± 73.76	89.12 <sup>a</sup> ± 1.05
A3	3419.43± 193.13	88.20 <sup>a</sup> ± 5.57

Ket:\*\*kadar protein pakan memberikan pengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap retensi N

Kartasudjana (2002) menyatakan bahwa pencernaan dapat dipengaruhi oleh tingkat pemberian pakan, spesies hewan, kandungan lignin bahan pakan, defisiensi zat makanan, pengolahan bahan pakan, pengaruh gabungan bahan pakan, dan gangguan saluran pencernaan. Sejalan dengan Wahyu (2004) yang menyatakan bahwa ransum yang tinggi serat kasarnya akan menghasilkan ekskreta yang lebih banyak, dikarenakan serat kasar yang tidak dicerna dapat membawa zat-zat makanan yang dapat dicerna dari bahan makanan lain keluar bersama-sama dalam ekskreta.

Tabel 2 menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan nilai AMEn seiring dengan peningkatan kandungan PK pakan pada semua level threonine (100%, 110%, dan 120%). Semakin tinggi kandungan PK pakan maka semakin tinggi juga nilai AMEn. Ini wajar, dikarenakan semakin tinggi kandungan PK pakan formulasi maka semakin tinggi nilai gross energi pakan, sehingga energi yang dicerna didalam tubuh juga semakin meningkat dan berdampak peningkatan nilai AMEn. AMEn merupakan nilai energi yang diserap di dalam tubuh setelah dikurangi energi yang terbuang lewat feses (Widodo, 2014). Namun,

tujuan dari penurunan level protein adalah untuk mencari kadar protein yang sesuai untuk ayam kampung unggul melalui kombinasi level threonine, menurunnya nilai AMEn dengan semakin rendah level PK adalah diakibatkan semakin rendah pula nilai Gross energy yang terkandung dalam pakan formulasi. Pesti (2009) menyatakan level protein dalam pakan merupakan pembatas dalam pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan merupakan pertimbangan utama.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai energi metabolis dalam pakan adalah energi total (EB) pakan dan ekskreta (feses dan urine) Tiilman, *et al.*, (1991). Sedangkan apabila energi bruto tinggi dan energi yang hilang dalam ekskreta rendah maka nilai energi metabolis tinggi. Semakin tinggi konsumsi energinya, maka energi metabolis semakin tinggi. Juga menurut Winedar (2006) bahwa retensi nitrogen dapat dipengaruhi oleh kandungan dan kualitas protein dalam pakan. Wahyu (2004) menyatakan bahwa pakan dengan protein rendah bergerak lebih cepat meninggalkan saluran pencernaan dibandingkan dengan kandungan protein tinggi, pergerakannya lebih lambat meninggalkan saluran pencernaan untuk

mendapatkan waktu lebih banyak dalam proses denaturasi dan penglarutan protein yang dikonsumsi.

Faktor yang mempengaruhi retensi N yaitu konsumsi pakan konsumsi protein dan kualitas pakan semakin tinggi konsumsi protein maka semakin tinggi pula nilai retensi nitrogen (Dady dkk.,2016). Retensi nitrogen berkaitan dengan efisiensi penggunaan protein, dimana protein berkolerasi positif dengan konsumsi protein, sedangkan retensi nitrogen dipengaruhi oleh konsumsi protein (Ma'rifah et al., 2013). Pengujian dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kajian tentang pengaruh yang nyata retensi nitrogen (*nitrogen retention*) pada ayam kampung unggul dari penggunaan Asam Amino terhadap kadar protein pakan yang berbeda. Berdasarkan Tabel 3 diperoleh hasil rerata Retensi Nitrogen (RN) tertinggi pada perlakuan formulasi kadar protein pakan yang berbeda dengan PK 19% sebesar 91.63% dan hasil rerata Retensi Nitrogen (RN) terendah pada perlakuan formulasi kadar protein pakan yang berbeda dengan PK 17% sebesar 88.20% serta hasilnya berpengaruh, hal ini disebabkan disetiap perlakuan yang diberikan mempengaruhi Retensi Nitrogen (RN) dari penggunaan asam amino pada kadar protein pakan yang berbeda. Retensi Nitrogen (RN) dari penggunaan asam amino pada kadar protein pakan yang berbeda yang dari penelitian ini memiliki konsentrasi yang berbeda sehingga akan mempengaruhi hasil akhir Retensi Nitrogen (RN).

Berdasarkan kedua jenis parameter, bobot badan menjadi indikator utama yang berkaitan dengan tujuan secara ekonomi. Pertambahan bobot badan tertinggi dihasilkan pada perlakuan PK 18% pada semua level treonin. Hasil analisa terhadap terhadap AMEn dan Retensi Nitrogen juga menghasilkan nilai yang baik, dengan nilai retensi di atas 80%. Nilai ini menunjukkan pada protein digunakan oleh unggas untuk peningkatan performance produksi dan menjaga kesehatan. Hal ini didukung data bahwa selama penelitian, pada penggunaan level protein yang rendah tidak ditemui ternak yang mengalami kematian.

Berdasarkan pertimbangan ini, maka penggunaan kadar protein pakan lebih rendah hingga 18% memberikan hasil terbaik dengan kombinasi threonine 100%, 110%, dan 120% dibandingkan perlakuan lainnya.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan kombinasi kadar protein pakan 19%, 18%, dan 17% dengan level treonin 100%, 110%, dan 120% tidak memberikan pengaruh nyata ( $p>0,05$ ) terhadap konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, efisiensi pakan, energi metabolis (AMEn), dan retensi N ayam kampung unggul. Perlakuan kadar protein pakan memberikan pengaruh yang nyata terhadap konsumsi pakan, FCR, dan retensi N. Penggunaan pakan dengan kadar protein 18% memberikan hasil tertinggi terhadap PBB dan nilai Retensi N di atas 80%.

### Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

### Daftar Pustaka

- Ahmad, I., Qaisrani, S. N., Azam, F., Pasha, T. N., Bibi, F., Naveed, S., & Murtaza, S. 2020. Interactive effects of threonine levels and protein source on growth performance and carcass traits, gut morphology, ileal digestibility of protein and amino acids, and immunity in broilers. *Poultry Science*, 99(1), 280–289.
- Afria A, Sjojfan, O. U. E., dan Widodo E. 2013. Effect Of Addition Of Choline Chloride In Feed On Quail ( *coturnix japonica* ) Production Performance. *Jurnal. Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang*
- Akrabawi, S. S., & Kratzer, F. H. 1968. Effects of arginine or serine on the requirement for glycine by the chick. *Journal of Nutrition*, 95(1), 41–48.

- Azzam, M. M. M., Dong, X. Y., Xie, P., & Zou, X. T. 2012. Influence of L-threonine supplementation on goblet cell numbers, histological structure and antioxidant enzyme activities of laying hens reared in a hot and humid climate. *British Poultry Science*, 53(5), 640–645. <https://doi.org/10.1080/00071668.2012.726707>
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2022. Populasi Ayam Buras menurut Propinsi (Ekor), 2021-2022. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDc2IzI%3D/populasi-ayam-buras-menurut-provinsi-.html>. Diakses 1 Desember 2023.
- Barekattain, R., Natrass, G., Tilbrook, A. J., Chousalkar, K., & Gilani, S. 2019. Reduced protein diet and amino acid concentration alter intestinal barrier function and performance of broiler chickens with or without synthetic glucocorticoid. *Poultry Science*, 98(9), 3662–3675.
- Berres, J., Vieira, S. L., Coneglian, J. L. B., Olmos, A. R., De Freitas, D. M., Bortolini, T. C. K., & Da Silva, G. X. 2007. Broiler responses to graded increases in the threonine to lysine ratio. *Ciencia Rural*, 37(2), 510–517.
- Chen, X., Naeherer, K., & Applegate, T. J. 2016. Interactive effects of dietary protein concentration and aflatoxin B1 on performance, nutrient digestibility, and gut health in broiler chicks. *Poultry Science*, 95(6), 1312–1325.
- Dady, Z., J.S. Mandey, M.R. Imbar, M.N. Regar. 2016. Nilai Retensi Nitrogen dan Energi Metabolis Ransum Menggunakan Daun Murbei (*Morus alba*) Segar Pada Broiler. *J. Zooteh* ("Zooteh J."), Vol. 36 (1): 42-50
- Debnath, B. C., Biswas, P., & Roy, B. 2019. The effects of supplemental threonine on performance, carcass characteristics, immune response and gut health of broilers in subtropics during pre-starter and starter period. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(1), 29–40.
- Dewi, G.A.M.K. dan I.W. Wijana. 2010. Pengaruh Penggunaan Level Energi – Protein Ransum Terhadap Produksi Ayam Kampung. *The Excellence Research Universitas Udayana 2011* : 64 – 68
- Fitasari, E., Reo, K., & Niswi, N. 2016. Penggunaan kadar protein berbeda pada ayam kampung terhadap penampilan produksi dan pencernaan protein. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 26(2), 73–83.
- Ji, S., Qi, X., Ma, S., Liu, X., & Min, Y. 2019. Effects of dietary threonine levels on intestinal immunity and antioxidant capacity based on cecal metabolites and transcription sequencing of broiler. *Animals*, 9(10), 1–13.
- Julendra, H., Zuprizal dan Supadmo. 2010. Penggunaan Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus Rubellus*) Sebagai Aditif Pakan Terhadap Produksi Ayam Pedaging, Profil Darah dan Pencernaan Protein. *Buletin Peternakan*. 34(1): 21-29
- Kidd, M. T., Maynard, C. W., & Mullenix, G. J. 2021. Progress of amino acid nutrition for diet protein reduction in poultry. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 1–9.
- Kidd, M. T., and Kerr, B. J., 1996. L-threonine for Poultry : A review. *J. Appl. Poultry Res.* 5:358-367.
- Made L. S., S. Tantal dan K. Nova. 2017. Performa Ayam Kub (Kampung Unggul Balitnak) Periode Grower Pada Pemberian Ransum Dengan Kadar Protein Kasar yang Berbeda. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan Vol 1(3):36-41*
- Ma'rifah, B., Atmomarsono, U., & Suthama, N. 2013. Nitrogen Retention and Productive Performance of Crossbred Native Chicken Due to Feeding Effect of Kayambang (*Salvinia molesta*). *International Journal of Science and Engineering*, 5(1), 19–23.
- N.R.C. 1994. Nutrient Requirement for Poultry. National Research Council,

- Washington D.C. USA.
- Pesti, G. M. 2009. Impact of dietary amino acid and crude protein levels in broiler feeds on biological performance. *Journal Appl. Poultry. Res.* 18 : 477-486.
- Rémond, D., Buffière, C., Godin, J. P., Mirand, P. P., Obled, C., Papet, I., Dardevet, D., Williamson, G., Breuillé, D., & Faure, M. 2009. Intestinal inflammation increases gastrointestinal threonine uptake and mucin synthesis in enterally fed minipigs. *Journal of Nutrition*, 139(4), 720–726.
- Rositawati, I, Saifut, N., and Muharli. 2010. Upaya Peningkatan Performan Itik Mojosari Periode Starter Melalui Penambahan Temulawak (*Curcuma Xanthoriza*, Roxb) Pada Pakan. *J. Ternak Tropika* Vol 11, No 2:32-40, 2010.
- Saputra, W.Y. Mahfudz, L.D. dan N. Suthama 2013. Pemberian Pakan Single Step Down Dengan Penambahan Asam Sitrat Sebagai Acidifer Terhadap Performa Pertumbuhan Broiler. *Animal Agicultur Journal* 2(3):61- 7.
- Scott, M. L., M. C. Neisheim and R. J. Young. 1982. *Nutrition of The Chicken 3<sup>rd</sup> Edition*. Scott, M.L. and Associates. Ithaca. New York
- Sibbald, I. R. 1975. The effect of level of feed intake on metabolizem energy value. *Adult of Roasters. Journal Poultry. Sci* 54: 130-14
- Shirisha, R., Bu, U., & Prashanth, K. 2018. Effect of L-Threonine supplementation on broiler chicken: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 7(3), 490–493.
- Sigolo, S., Zohrabi, Z., Gallo, A., Seidavi, A., & Prandini, A. 2017. Effect of a low crude protein diet supplemented with different levels of threonine on growth performance, carcass traits, blood parameters, and immune responses of growing broilers. *Poultry Science*, 96(8), 2751–2760.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo, S. Lebdosoekojo. 1991. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gadjah Mada University Press, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada
- Taghinejad-Roudbaneh, M., Babae, M. J., Afrooziyeh, M., & Alizadeh, B. (2013). Estimation of dietary threonine requirement for growth and immune responses of broilers. *Journal of Applied Animal Research*, 41(4), 474–483. <https://doi.org/10.1080/09712119.2013.795896>
- Trevisi, P., Corrent, E., Mazzoni, M., Messori, S., Priori, D., Gherpelli, Y., Simongiovanni, A., & Bosi, P. (2015). Effect of added dietary threonine on growth performance, health, immunity and gastrointestinal function of weaning pigs with differing genetic susceptibility to *Escherichia coli* infection and challenged with *E. coli* K88ac. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99(3), 511–520. <https://doi.org/10.1111/jpn.12216>
- Wahyu, J., 2004. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Wang, W., Zeng, X., Mao, X., Wu, G., & Qiao, S. (2010). Optimal dietary true ileal digestible threonine for supporting the mucosal barrier in small intestine of weanling pigs. *Journal of Nutrition*, 140(5), 981–986.
- Wu, Z., Hu, T., Rothwell, L., Vervelde, L., Kaiser, P., Boulton, K., Nolan, M. J., Tomley, F. M., Blake, D. P., & Hume, D. A. (2016). Analysis of the function of IL-10 in chickens using specific neutralising antibodies and a sensitive capture ELISA. *Developmental and Comparative Immunology*, 63, 206–212.
- Yamin, M. 2002. Pengaruh tingkat protein ransum terhadap konsumsi pertambahan bobot badan dan IOFC ayam buras umur 0-8 minggu. *Jurnal Agroland* Vol.9 No. 3 September 2002.