

# **OPTIMASI ENERGI DAN ASAM AMINO TERCERNA UNTUK PAKAN AYAM PETELUR MENGGUNAKAN METODOLOGI *RESPONSE SURFACE* DAN *DESIRABILITY* *FUNCTION***

**HANY WIDJAJA**



**ILMU NUTRISI DAN PAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**



## @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Optimasi Energi Dan Asam Amino Tercerna Untuk Pakan Ayam Petelur Menggunakan Metodologi *Response Surface* Dan *Desirability Function*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Hany Widjaja  
D2601202003

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IPB University



## RINGKASAN

HANY WIDJAJA. Optimasi Energi Dan Asam Amino Tercerna Untuk Pakan Ayam Petelur Menggunakan Metodologi *Response Surface* Dan *Desirability Function*. Dibimbing oleh NAHROWI, ANURAGA JAYANEGARA, dan DESIANTO BUDI UTOMO.

Formulasi pakan praktis untuk ayam petelur Hy-Line Brown melibatkan penentuan level kebutuhan nutrisi, jenis enzim dan level matriks untuk mengoptimalkan penggunaan bahan baku sampingan agar dapat mencapai penampilan produksi optimum dengan biaya pakan terbaik. Komponen nutrisi utama dalam formulasi pakan adalah energi metabolis terkoreksi nitrogen (AMEn) dan asam amino tercerna (dAA). Level optimum dari kombinasi kedua komponen nutrisi ini dapat diperoleh dengan menggunakan *Response Surface Method* (RSM) diikuti oleh Fungsi Desirabilitas (DF). Nilai nutrisi yang diperoleh diharapkan dapat memberikan penampilan produksi yang optimum disertai biaya produksi minimum. Untuk mencapai tujuan ini, nilai nutrisi dalam formula perlu ditunjang dengan penggunaan bahan baku sampingan seperti bungkil inti sawit (BIS), distillers dried grains with solubles (DDGS), Full Fat Soybean, dedak padi dan dedak gandum dengan harga yang ekonomis dan tersedia sepanjang tahun. Hanya saja kelemahan dari bahan baku sampingan adalah pada kandungan anti nutrisi yang mengganggu dalam pencernaan sehingga level AMEn dan dAA dapat berada dibawah nilai prediksi.

Kehadiran teknologi enzim saat ini menjadi metoda yang dapat mengoptimalkan penggunaan bahan baku sampingan dengan memberikan nilai tambah untuk energi dan asam amino di dalam formula. Enzim bekerja dengan menghidrolisa faktor anti nutrisi untuk meningkatkan level energi dan asam amino tercerna. Pemberian enzim xylanase dapat memotong rantai arabinoxilan menjadi rantai-rantai pendek (terutama arabinosa dan xilosa) dalam usus halus dan meningkatkan pencernaan dengan menurunkan tegangan permukaan dari isi usus. Selanjutnya xylanase akan meningkatkan akses dari enzim endogenus dan eksogenus ke dalam protein dan pati di bagian endosperm dengan memecah rantai panjang arabinoxilan pada dinding sel. Enzim Protase meningkatkan pencernaan dengan menekan efek anti nutrisi dari lektin, tripsin dan protein antigenik di dalam bungkil kacang kedelai. Enzim Protease juga memberikan tambahan manfaat dengan mengurangi kehilangan lapisan mukoprotein pada dinding usus sehingga dapat meningkatkan pemanfaatan energi. Nilai tambah dari energi dan asam amino dari penggunaan enzim xylanase dan protease dalam formulasi dinyatakan dalam bentuk matriks enzim.

RSM dan DF dapat dipergunakan untuk menentukan kombinasi nilai energi (AMEn) dan asam amino lysine tercerna (dLys) dengan dan tanpa kombinasi enzim xylanase dan protease. Level AMEn dan dLys pakan dengan enzim yang dapat memberikan performance optimum dengan biaya pakan yang terendah dipergunakan dalam uji penentuan matriks enzim. Uji penentuan matriks enzim ini menggunakan metoda penentuan AMEn dan pencernaan asam amino. Kedua pengujian ini memberikan nilai AMEn dan dAA, yang akan menunjukkan response ayam petelur terhadap suplementasi enzim xylanase, protease dan kombinasi keduanya.

Pada penelitian tahap pertama, *Response Surface Method* (RSM) dengan *Central Composite Design* (CCD) platform dilanjutkan dengan Fungsi Desirabilitas (DF) dapat dipergunakan dalam menentukan nilai energi dan asam amino tercerna, untuk mencapai penampilan produksi optimum dengan biaya pakan minimum pada ayam petelur Hy-Line pada periode produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desirabilitas untuk maksimum produksi telur (HDP) dan berat telur (BT), serta minimum konversi pakan (FCR) dan biaya pakan (FC) dicapai pada periode puncak dan lepas puncak dengan AMEn 2.660 kkal kg<sup>-1</sup>; dLys 0,81% dan AMEn 2.642 kkal kg<sup>-1</sup>; dLys 0,78%.

Pada penelitian tahap kedua, RSM dan DF dapat menentukan level AMEn dan dLys yang diperlukan dalam formula ransum ayam petelur baik dengan maupun tanpa menggunakan enzim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada periode puncak produksi, tanpa suplementasi enzim, maka formula membutuhkan nilai AMEn 2.652 kkal kg<sup>-1</sup>; dLys 0,81% untuk mencapai nilai HDP dan BT optimum dengan FCR dan FC minimum. Akan tetapi dengan menggunakan enzim, parameter yang sama dapat dicapai dengan nilai nutrisi yang lebih rendah yakni, AMEn 2.639 kkal kg<sup>-1</sup> dan dLys 0,79%. Pada periode lepas puncak produksi, tanpa suplementasi enzim, formula membutuhkan AMEn 2,643 kkal kg<sup>-1</sup>; dLys 0.81% untuk mencapai nilai HDP dan BT optimum disertai dengan FCR dan FC minimum, sedangkan dengan menggunakan enzim cukup menggunakan AMEn 2.567 kkal kg<sup>-1</sup>; dLys 0,77. Hal ini menunjukkan bahwa enzim dapat memberikan tambahan nutrisi untuk AMEn sebesar 13 kkal kg<sup>-1</sup> dan dLys sebesar 0,02% of dLys pada periode puncak produksi. Pada periode pasca puncak produksi, enzim dapat memberikan tambahan nutrisi untuk AMEn sebesar 76 kkal kg<sup>-1</sup> dan dLys sebesar 0,04%. Hasil ini menunjukkan bahwa RSM dengan CCD platform dapat dipergunakan untuk optimasi nilai energi dan asam amino tercerna dalam pakan untuk mencapai biaya produksi minimum, disamping itu, metoda ini dapat pula dipergunakan untuk memprediksi peningkatan nutrisi yang diberikan dari suplementasi enzim.

Penelitian tahap ketiga menentukan *enzyme lifting effect* dengan menggunakan uji penentuan AMEn dan Asam Amino tercerna. Penambahan protease dan kombinasi xylanase protease dapat meningkatkan produksi telur HDP. Penambahan xylanase menunjukkan efek peningkatan AMEn, sedangkan kombinasi xylanase protease memberikan efek sinergi dalam meningkatkan pencernaan asam amino, pada ayam petelur coklat Hy-Line umur 45-53 minggu. Penambahan protease dan kombinasi xylanase protease meningkatkan produksi telur 4,76% dan 5,16% secara nyata bila dibandingkan dengan kontrol. Penambahan xylanase secara nyata meningkatkan AMEn sebesar 169 kkal kg<sup>-1</sup> dibandingkan dengan kontrol. Penambahan xylanase dan kombinasi xylanase protease meningkatkan pencernaan asam amino dLys sebesar 0,04 % dan 0,07 %. Nilai ini merupakan *enzyme lifting effect* yang dapat dipergunakan dalam penyusunan ransum ayam petelur pada periode lepas puncak produksi.

Kata kunci: Asam amino, ayam petelur, energi, enzim, *response surface*.

## SUMMARY

HANY WIDJAJA. Optimization of the Combination of Apparent Metabolizable Energy and Digestible Amino Acids Using Response Surface Methodology and Desirability Function in Layer Chicken Feed Formulation. Supervised by NAHROWI, ANURAGA JAYANEGARA dan DESIANTO BUDI UTOMO.

Practical feed formulation for Hy-Line Brown laying hens involves determining the optimal levels of nutrient requirements, enzyme types, and matrix values to enhance the utilization of alternative feed ingredients while achieving optimal production performance at the lowest possible feed cost. The primary nutritional components in poultry feed formulation are nitrogen-corrected apparent metabolizable energy (AMEn) and digestible amino acids (dAA). The optimal levels of these two nutrient components can be identified using the Response Surface Methodology (RSM) followed by Desirability Function (DF) analysis. These nutrient values are expected to support optimal production performance while minimizing production costs. To achieve this goal, feed formulation must incorporate cost-effective and year-round available alternative feed ingredients such as palm kernel meal (PKM), distillers dried grains with solubles (DDGS), full-fat soybean, rice bran, and wheat bran. However, the main limitation of such ingredients lies in their content of anti-nutritional factors, which may impair digestion and lead to reduced AMEn and dAA values compared to predictions.

The advent of enzyme technology provides a promising solution to improve the utilization of alternative feed ingredients by enhancing the energy and amino acid availability in the diet. Enzymes act by hydrolyzing anti-nutritional factors, thereby increasing the levels of metabolizable energy and digestible amino acids. Xylanase, for instance, breaks down arabinoxylan chains into shorter oligosaccharides (mainly arabinose and xylose) in the small intestine, improving digestibility by reducing intestinal content viscosity. Furthermore, xylanase enhances the access of both endogenous and exogenous enzymes to proteins and starches in the endosperm by degrading the arabinoxylan backbone within the cell walls. Protease improves digestibility by mitigating the effects of anti-nutritional compounds such as lectins, trypsin inhibitors, and antigenic proteins found in soybean meal. Additionally, protease supplementation contributes to enhanced energy utilization by reducing the loss of mucoprotein layers in the intestinal wall. The nutrient contributions of energy and amino acids derived from the use of xylanase and protease are represented as enzyme matrix values.

RSM and DF can be employed to determine the optimal combination of energy (AMEn) and digestible lysine (dLys) levels, both with and without the inclusion of xylanase and protease enzymes. The feed formulation that results in optimal production performance at the lowest cost is then used to evaluate the enzyme matrix through in vivo determination of AMEn and amino acid digestibility. These tests yield AMEn and dAA values that reflect the response of laying hens to xylanase, protease, and their combination.

In the first stage of the study, RSM using a Central Composite Design (CCD) platform, followed by DF analysis, was used to determine the optimal levels of AMEn and digestible amino acids required to achieve maximum production

performance at minimal feed cost in Hy-Line Brown laying hens during the production period. The results indicated that the desirable levels for maximizing hen-day egg production (HDP) and egg weight (EW), while minimizing feed conversion ratio (FCR) and feed cost (FC), were 2,660 kcal kg<sup>-1</sup> AMEn and 0.81% dLys during the peak period, and 2,642 kcal kg<sup>-1</sup> AMEn and 0.78% dLys during the post-peak period.

In the second stage, RSM and DF were used to determine AMEn and dLys requirements in diets formulated with and without enzyme supplementation. During the peak production period, the optimal formulation without enzyme supplementation required 2,652 kcal kg<sup>-1</sup> AMEn and 0.81% dLys to achieve the desired HDP and EW values with minimal FCR and FC. However, with enzyme supplementation, these same parameters could be achieved with only 2,639 kcal kg<sup>-1</sup> AMEn and 0.79% dLys. In the post-peak production period, the optimal formulation without enzymes required 2,643 kcal kg<sup>-1</sup> AMEn and 0.81% dLys, whereas enzyme supplementation allowed a reduction to 2,567 kcal kg<sup>-1</sup> AMEn and 0.77% dLys. These results demonstrate that enzymes can provide additional nutrient value—specifically, an increase of 13 kcal/kg AMEn and 0.02% dLys during peak production, and 76 kcal kg<sup>-1</sup> AMEn and 0.04% dLys during the post-peak period. Thus, the CCD-based RSM approach is effective not only for optimizing energy and digestible amino acid levels to reduce production costs but also for estimating the nutrient contributions derived from enzyme supplementation.

The third stage of the study focused on determining the enzyme lifting effect through AMEn and digestible amino acid assays. Supplementation with protease or a combination of xylanase and protease significantly increased egg production (HDP). Xylanase supplementation significantly improved AMEn, while the combination of xylanase and protease synergistically enhanced amino acid digestibility in 45–53-week-old Hy-Line Brown laying hens. The inclusion of protease and the enzyme combination increased egg production by 4.76% and 5.16%, respectively, compared to the control. Xylanase supplementation alone significantly increased AMEn by 169 kcal kg<sup>-1</sup> over the control. Furthermore, xylanase and the enzyme combination improved dLys digestibility by 0.04% and 0.07%, respectively. These improvements represent the enzyme lifting effect and can be used to adjust ration formulations for laying hens during the post-peak production phase.

**Keywords:** Amino acids, energy, layer, *response surface*.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun  
2025 Hak Cipta dilindungi  
Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

# OPTIMASI ENERGI DAN ASAM AMINO TERCERNA UNTUK PAKAN AYAM PETELUR MENGGUNAKAN METODOLOGI *RESPONSE SURFACE* DAN *DESIRABILITY* *FUNCTION*

**HANY WIDJAJA**

Disertasi

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor pada  
Program Studi Ilmu Nutrisi dan Pakan

**ILMU NUTRISI DAN PAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR BOGOR  
2025**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Prof. Dr. Ir. Sumiati, M.Sc.
2. Dr. Ir. Heri Ahmad Sukria, M.Sc.Agr.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Prof. Dr. Ir. Sumiati, M.Sc.
2. Dr. Sri Subekti, S.Pt., M.Si.





@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Judul Disertasi: Optimasi Energi Dan Asam Amino Tercerna Untuk Pakan Ayam  
Petelur Menggunakan Metodologi *Response Surface* Dan  
*Desirability Function*

Nama : Hany Widjaja  
NIM : D2601202003

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Ir. Nahrowi, M.Sc.

Pembimbing 2:  
Prof. Dr. Anuraga Jayanegara, S.Pt., M.Sc.

Pembimbing 3:  
Dr. Desianto Budi Utomo, D.V.M., M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Ilmu Nutrisi dan Pakan:  
Prof. Dr. Ir. Dewi Apri Astuti, M.S.  
NIP.19611005198503 2 001

Dekan Fakultas Peternakan:  
Prof. Dr. Ir. Idat Galih Permana, M.Sc.Agr.  
NIP.19670506 199103 1 001

Tanggal Ujian Tertutup: 14 Juli 2025  
Tanggal Ujian Terbuka: 29 Juli 2025

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PRAKATA

Puji Syukur kepada Tuhan Yesus dan Bunda Maria untuk kasih Nya, yang memberikan kesempatan untuk menyelesaikan karya ilmiah ini. Penelitian yang telah dilakukan dari September 2022 hingga November 2023 telah dipublikasi dengan 2 judul. Judul pertama adalah “Optimizing Apparent Metabolizable Energy and Digestible Amino Acids of Layer Feed by Response Surface Methodology”, dipublikasi pada Tropical Animal Science Journal Vol. 48 No. 3 (2025), DOI.org/10.5398/tasj.2025.48.3.249. Judul kedua adalah “Xylanase and Protease Effect on Laying Hens Metabolizable Energy, Amino Acids Digestibility, and Performance”, yang dipublikasi pada Tropical Animal Science Journal pula.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Nahrowi, M.Sc., Prof. Dr. Anuraga Jayanegara, S.Pt, M.Sc., dan Dr. Drh. Desianto Budi Utomo, PhD., yang selalu mengingatkan untuk melanjutkan sekolah, membimbing dalam penulisan dan publikasi. Ucapan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Sumiati M.Sc, Dr. Ir. Heri Ahmad Sukria, M.Sc.Agr dan Dr. Sri Subekti S.Pt, M.Si sebagai penguji luar komisi pembimbing untuk semua arahan dan masukkannya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Peternakan Universitas IPB, Dr. Ir. Idat Galih Permana, MSc.Agr., sebagai pimpinan sidang terbuka dan Ketua Program Studi Ilmu Nutrisi dan Pakan, Prof. Dr. Ir. Dewi Apri Astuti, M.S untuk semua bimbingannya dalam penulisan. Ucapan terima kasih kepada Ibu Indriani dan Pak Supriyadi yang selalu berkenan membantu dalam semua administrasi dan tugas akademik. Juga kepada teman-teman Winda Ayu S.Pt., M.Si, Dr. Ayu Angraeni, Dr. Ekolela dan Dr. Rusli untuk sharingnya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Vinai Rakphongpairroj dari PT Charoen Pokphand Indonesia, yang telah memberikan kesempatan untuk bekerja, mengingatkan untuk melanjutkan sekolah, dan memberikan beasiswa.

Terima kasih yang sedalamnya untuk Dr. Kenny R. Hazen dari PT Charoen Pokphand Indonesia, yang telah membimbing dengan tulus hati dari persiapan hingga penulisan akhir. Menerima penulis untuk kembali belajar dengan segala keterbatasan. Untuk setiap inspirasi, evaluasi, dan saran.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua team PT CPI. Kepada Dr. Sri Subekti, yang memimpin pelaksanaan penelitian dan analisa data. Kepada Dr. drh. Ina Setiana, Dipa Argadyasto S.Pt., M.Si. dan drh. Yurida Rushafarani M.Si., yang hadir saat harapan penulis berada pada titik nadir. Terima kasih untuk menerima penulis dan berjerih payah membantu penulis selama penelitian, penulisan, publikasi dan tugas akhir akademik. Untuk team Feed Mill dan NTRC, Andi Setiawan S.Pt., M.M., Istiadi S.Pt., M.M., Akbari S.Pt., Heru Prasetya S.Pt., drh. Edwin Nofianto Nugroho, Rakha Luqmanul Hakim S.Pt. dan Ibnu Khoir S.Pt. untuk persiapan bahan baku, proses produksi dan pengambilan data. Kepada team Laboratorium Ibu Binarti. Kepada team NBI dan SHS, Johnny Wang M.Sc. MBA, Dr. Dede, dan Dhika Yonika S.Pt., M.Si. Kepada team technical support, Retno S.Pt., M.Si., dan drh. Daffa M.Si., untuk pertolongannya dalam persiapan sidang. Hanni Febriani S.Pt., M.Si., Havif Zamarath Varhan S.Pt., M.Si., drh. Agnes Utami, Ir. Agung Wiyono M.M., dan Rosy Alphani M.Si. untuk kehadirannya.

Terima kasih yang setulusnya untuk papi Soeharto dan mami Ratih Sukmadji, guru sekolah yang berjuang dan berdoa agar anak-anaknya dapat melanjutkan

sekolah. Terima kasih yang sedalamnya untuk suami terkasih, drh. Agus Mardianto, dengan penuh pengertian, perhatian dan kesabaran, berjuang bersama dalam suka dan duka. Untuk pengorbanan yang tidak pernah dapat terbalas.

Terima kasih kepada Regina Vanda dan Rachel Valenia untuk penulisan, perhatian, inspirasi hidup dan doa yang tulus. Untuk semua rekan-rekan yang telah mengulurkan tangan membantu penulis dan belum dapat disebutkan dalam tulisan ini, penulis mengucapkan terima kasih. Semoga Tuhan berkenan membalasnya.

Akhirnya, penulis berharap agar tulisan ini dapat memberikan manfaat dalam bidang nutrisi unggas..

Bogor, Agustus 2025

*Hany Widjaja*

## DAFTAR ISI

|                                                                                                                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| DAFTAR TABEL                                                                                                                                                            | xii  |
| DAFTAR GAMBAR                                                                                                                                                           | xiii |
| I PENDAHULUAN                                                                                                                                                           | 1    |
| 1.1 Latar Belakang                                                                                                                                                      | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah                                                                                                                                                     | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian                                                                                                                                                   | 2    |
| 1.4 Manfaat                                                                                                                                                             | 3    |
| 1.5 Ruang Lingkup Penelitian                                                                                                                                            | 3    |
| 1.6 Kebaruan                                                                                                                                                            | 3    |
| 1.7 Hipotesa Penelitian                                                                                                                                                 | 3    |
| 1.8 Diagram Alir Penelitian                                                                                                                                             | 3    |
| II OPTIMASI <i>APPARENT METABOLIZABLE ENERGY</i> DAN <i>DIGESTIBLE AMINO ACIDS</i> MENGGUNAKAN <i>RESPONSE SURFACE METHODOLOGY</i> PADA FORMULASI PAKAN AYAM PETELUR    | 5    |
| 2.1 Abstrak                                                                                                                                                             | 5    |
| 2.2 Pendahuluan                                                                                                                                                         | 5    |
| 2.3 Materi dan Metode                                                                                                                                                   | 6    |
| 2.4 Rancangan Percobaan                                                                                                                                                 | 8    |
| 2.5 Hasil dan Pembahasan                                                                                                                                                | 12   |
| 2.6 Simpulan                                                                                                                                                            | 23   |
| III <i>RESPONSE SURFACE METHODOLOGY</i> DAN FUNGSI DESIRABILITAS UNTUK OPTIMASI KOMBINASI AMEN DAN ASAM AMINO TERCERNA DALAM PAKAN AYAM PETELUR DENGAN DAN TANPA ENZIM  | 24   |
| 3.1 Pendahuluan                                                                                                                                                         | 24   |
| 3.2 Materi dan Metode                                                                                                                                                   | 25   |
| 3.3 Rancangan Percobaan                                                                                                                                                 | 27   |
| 3.4 Hasil dan Pembahasan                                                                                                                                                | 33   |
| 3.5 Simpulan                                                                                                                                                            | 52   |
| IV PENGARUH SUPLEMENTASI ENZIM XYLANASE DAN PROTEASE TERHADAP AMEn, KECERNAAN ASAM AMINO, DAN PERFORMA PRODUKSI AYAM PETELUR YANG DIBERI RANSUM BERBAHAN BAKU SAMPINGAN | 53   |
| 4.1 Pendahuluan                                                                                                                                                         | 53   |
| 4.2 Materi dan Metode                                                                                                                                                   | 54   |
| 4.3 Rancangan Percobaan                                                                                                                                                 | 57   |
| 4.4 Hasil dan Pembahasan                                                                                                                                                | 59   |
| 4.5 Simpulan                                                                                                                                                            | 63   |
| V PEMBAHASAN UMUM                                                                                                                                                       | 64   |
| VI SIMPULAN DAN SARAN                                                                                                                                                   | 67   |
| 6.1 Simpulan                                                                                                                                                            | 67   |
| 6.2 Saran                                                                                                                                                               | 67   |
| DAFTAR PUSTAKA                                                                                                                                                          | 68   |
| RIWAYAT HIDUP                                                                                                                                                           | 73   |

## DAFTAR TABEL

|      |                                                                                                                                                                                                        |    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1  | Faktor level untuk CCD                                                                                                                                                                                 | 8  |
| 2.2  | Rancangan perlakuan                                                                                                                                                                                    | 9  |
| 2.3  | Formulasi pakan uji                                                                                                                                                                                    | 10 |
| 2.4  | Perhitungan kandungan nutrisi pakan uji (dalam <i>as fed</i> )                                                                                                                                         | 11 |
| 2.5  | Nilai Experimental response dan model polynomial untuk penampilan produksi HDP, BT, MT, KP, FCR, BP, AMEI, dLI dan Pertumbuhan dari ayam petelur periode puncak produksi (umur 24 hingga 38 minggu)    | 12 |
| 2.6  | Model Polynomial dari model untuk respon pada AMEn layer dan dLys periode puncak produksi (umur minggu ke 24 hingga 38)                                                                                | 13 |
| 2.7  | Estimasi parameter dan probabilitas dari penampilan produksi atau P-value dari Analysis of variance Design Expert RSM periode puncak produksi (umur 24 hingga 38 minggu)                               | 13 |
| 2.8  | Nilai Optimum fungsi desirabilitas dari AMEn layer dan dLys untuk parameter produksi periode puncak produksi (umur minggu ke 24 hingga 38)                                                             | 14 |
| 2.9  | Nilai experimental response dan model polynomial untuk penampilan produksi HDP, BT, MT, KP, FCR, BP, AMEI, dLI, dan Pertumbuhan periode pasca puncak produksi (umur 51 hingga 65 minggu)               | 17 |
| 2.10 | Model Polynomial / Koefisien dari model untuk respon pada AMEn layer dan dLys periode pasca puncak produksi (umur minggu ke 51 hingga 56)                                                              | 18 |
| 2.11 | Estimasi parameter dan probabilitas dari penampilan produksi atau P-value dari Analysis of variance Design Expert RSM pada pasca puncak produksi (umur 51 hingga 65)                                   | 18 |
| 2.12 | Nilai optimum fungsi desirabilitas dari AMEn layer dan dLys untuk parameter produksi periode pasca puncak produksi (umur 51 hingga 65 minggu)                                                          | 19 |
| 3.1  | Faktor level untuk CCD                                                                                                                                                                                 | 27 |
| 3.2  | Rancangan Penelitian                                                                                                                                                                                   | 28 |
| 3.3  | Formulasi pakan uji                                                                                                                                                                                    | 30 |
| 3.3  | Formulasi pakan uji (lanjutan)                                                                                                                                                                         | 31 |
| 3.4  | Perhitungan kandungan nutrisi pakan uji (dalam <i>as fed</i> )                                                                                                                                         | 32 |
| 3.5  | Komposisi nutrisi pakan                                                                                                                                                                                | 33 |
| 3.6  | Analisa aktivitas enzim dalam pakan perlakuan                                                                                                                                                          | 34 |
| 3.7  | Nilai experimental response dan model polynomial untuk penampilan produksi HDP, BT, MT, KP, FCR, BP, AMEI, dLI dan Pertumbuhan dari ayam petelur pada periode puncak produksi umur 24 hingga 38 minggu | 35 |
| 3.7  | Nilai experimental response dan model polynomial untuk penampilan produksi HDP, BT, MT, KP, FCR, BP, AMEI, dLI dan Pertumbuhan dari                                                                    | 36 |

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ayam petelur pada periode puncak produksi umur 24 hingga 38 minggu (lanjutan)

|                                                                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.8 Model polynomial/koeffisien dari model untuk respon pada AMEn layer dan dLys pada ayam petelur periode puncak produksi (umur 24 hingga 38 minggu)                                                                  | 37 |
| 3.9 Estimasi parameter dan probabilitas dari penampilan produksi atau P-value dari Analysis of variance Design Expert RSM dari ayam petelur periode puncak produksi                                                    | 37 |
| 3.10 Nilai Optimum Fungsi Desirabilitas dari AMEn layer dan dLys untuk parameter produksi periode puncak produksi (umur 24 hingga 38 minggu)                                                                           | 38 |
| 3.11 Nilai experimental response dan model polynomial untuk penampilan produksi HDP, BT, MT, KP, FCR, BP, AMEI, dLI dan Pertumbuhan dari ayam petelur pada periode puncak produksi umur 51 hingga 65 minggu            | 43 |
| 3.11 Nilai experimental response dan model polynomial untuk penampilan produksi HDP, BT, MT, KP, FCR, BP, AMEI, dLI dan Pertumbuhan dari ayam petelur pada periode puncak produksi umur 51 hingga 65 minggu (lanjutan) | 44 |
| 3.12 Model Polynomial / Koefisien dari model untuk respon pada AMEn layer dan dLys periode pasca puncak produksi (umur 51 hingga 65 minggu)                                                                            | 45 |
| 3.13 Estimasi parameter dan probabilitas dari penampilan produksi umur 51 hingga 65 minggu dengan dan tanpa enzim atau P-value berdasarkan pada Analysis of variance Design Expert RSM dengan dan tanpa enzim          | 45 |
| 3.14 Nilai optimum Fungsi Desirabilitas dari AMEn layer dan dLys untuk parameter produksi dari ayam petelur umur 51 hingga 65 minggu untuk ransum dengan dan tanpa enzim                                               | 46 |
| 4.1 Formula dan kandungan nutrisi pakan                                                                                                                                                                                | 58 |
| 4.2 Nilai aktivitas enzim pada pakan                                                                                                                                                                                   | 59 |
| 4.3 Komponen polisakarida bukan pati (NSP) dalam pakan                                                                                                                                                                 | 59 |
| 4.4 Kecernaan energi terkoreksi nitrogen (AMEn)                                                                                                                                                                        | 59 |
| 4.5 Efek perlakuan terhadap performa produksi ayam petelur strain Hy-Line Brown (umur 53 minggu)                                                                                                                       | 61 |
| 4.6 Efek Perlakuan pada pencernaan asam amino ayam petelur strain Hy-Line Brown (umur 53 minggu)                                                                                                                       | 61 |

## DAFTAR GAMBAR

|     |                                                                                                               |    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 | Diagram alir penelitian                                                                                       | 4  |
| 2.1 | Grafik analisa RSM periode puncak produksi umur 24 hingga 38 minggu                                           | 15 |
| 2.1 | Grafik analisa RSM periode puncak produksi umur 24 hingga 38 minggu (lanjutan)                                | 16 |
| 2.2 | Grafik analisa RSM periode pasca puncak produksi umur 51 hingga 65 minggu                                     | 20 |
| 2.2 | Grafik analisa RSM periode pasca puncak produksi umur 51 hingga 65 minggu                                     | 21 |
| 3.1 | Grafik analisa RSM periode puncak produksi (umur 21 hingga 38 minggu) dengan dan tanpa enzim                  | 39 |
| 3.1 | Grafik analisa RSM periode puncak produksi (umur 21 hingga 38 minggu) dengan dan tanpa enzim (lanjutan)       | 40 |
| 3.1 | Grafik analisa RSM periode puncak produksi (umur 21 hingga 38 minggu) dengan dan tanpa enzim (lanjutan)       | 41 |
| 3.2 | Grafik analisa RSM periode pasca puncak produksi (umur 51 hingga 65 minggu) dengan dan tanpa enzim            | 47 |
| 3.2 | Grafik analisa RSM periode pasca puncak produksi (umur 51 hingga 65 minggu) dengan dan tanpa enzim (lanjutan) | 48 |
| 3.2 | Grafik analisa RSM periode pasca puncak produksi (umur 51 hingga 65 minggu) dengan dan tanpa enzim (lanjutan) | 49 |

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.