



Pengaruh Pemberian Enzim Fitase pada Pakan untuk Meningkatkan Performa Ternak Babi

Yustina Rince Wadun^{1*}, Sabarta Sembiring², Tara Tiba Nikolaus³

¹⁻³Fakultas Peternakan Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana, Indonesia

*Penulis Korespondensi: rincewadun@gmail.com

Abstract. The study, conducted in Tilong, aimed to collect data on pig farming. The study materials included phytase, wet pig manure, dry pig manure, pig manure diluted with distilled water, individual pig pens, and 16 fattening pigs. This study used a completely randomized design (CRD), with 16 fattening pigs in each group, and each group was replicated four times. P0 was the basal diet (control group), P1 was supplemented with phytase at 1000 units/kg of feed, P2 with 1500 units of phytase/kg of feed, and P3 with 2000 units of phytase/kg of feed. The content of porcine polysaccharides (PBB) was also measured. Variables: PBB, feed intake, and feed conversion. Analysis of variance (ANOVA) was used to evaluate all measurements. If significant differences were found, Duncan's multiple comparison test (DMRT) was used for further evaluation. The results showed no significant differences between feed conversion ratio, feed intake, and multiple bacterial colony formation rate (PBB) ($P > 0.05$). Therefore, phytase addition at various levels did not significantly improve feed conversion ratio and PBB. The optimal enzyme addition was 1,500 units of phytase per kilogram of feed. This study concluded that further research could be conducted by increasing the enzyme addition level.

Keywords: Feed Consumption; Feed Conversion; PBB; Phytase Enzyme; Pigs.

Abstrak. Kajian, yang dilakukan di Tilong, bertujuan untuk mengumpulkan data tentang peternakan babi. Bahan penelitian meliputi fitase, kotoran babi basah, kotoran babi kering, kotoran babi yang diencerkan dengan air suling, kandang babi individu, dan 16 ekor babi penggemukan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (CRD), dengan 16 ekor babi penggemukan di setiap kelompok, dan setiap kelompok diulang empat kali. P0 adalah diet dasar (kelompok kontrol), P1 diberi suplemen fitase 1000 unit/kg pakan, P2 dengan 1500 unit fitase/kg pakan, dan P3 dengan 2000 unit fitase/kg pakan. Kandungan polisakarida babi (PBB) juga diukur. Variabel : PBB, konsumsi pakan dan konversi pakan. Analisis varians (ANOVA) digunakan untuk mengevaluasi semua pengukuran. Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, uji perbandingan berganda Duncan (DMRT) digunakan untuk evaluasi lebih lanjut. Hasil menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara rasio konversi pakan, asupan pakan, dan laju pembentukan koloni bakteri berganda (PBB) ($P > 0,05$). Oleh karena itu, penambahan fitase pada berbagai tingkat tidak secara signifikan meningkatkan rasio konversi pakan dan PBB. Penambahan enzim yang optimal adalah 1500 unit fitase per kilogram pakan. Studi ini menyimpulkan bahwa penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan meningkatkan tingkat penambahan enzim.

Kata kunci: Enzim Fitase; Konversi Pakan; Konsumsi Pakan; PBB; Ternak Babi.

1. LATAR BELAKANG

Pakan merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan produksi ternak babi karena berperan langsung dalam menyediakan energi, protein, mineral, dan vitamin yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, kesehatan, serta efisiensi produksi. Kualitas pakan tidak hanya ditentukan oleh kandungan nutrisinya, tetapi juga oleh tingkat pencernaan dan ketersediaan biologis zat gizi tersebut di dalam saluran pencernaan (NRC, 1998). Pada praktiknya, bahan pakan asal nabati yang umum digunakan dalam ransum babi, seperti jagung, bungkil kedelai, dan dedak, mengandung senyawa antinutrisi yang dapat menurunkan pemanfaatan nutrisi (Yanuartono et al., 2019).

Salah satu faktor antinutrisi utama dalam pakan ternak monogastrik adalah asam fitat. Senyawa ini berfungsi sebagai bentuk penyimpanan fosfor pada tanaman, namun fosfor yang

terikat dalam bentuk fitat tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh ternak babi karena hewan monogastrik tidak memiliki enzim fitase endogen dalam jumlah yang cukup (Hidayat, 2016). Akibatnya, sebagian besar fosfor dari bahan pakan nabati akan diekskresikan melalui feses sehingga tidak hanya menurunkan efisiensi nutrisi tetapi juga berpotensi mencemari lingkungan akibat tingginya kandungan fosfor dalam limbah ternak (Pakendek, 2021).

Selain mengikat fosfor, asam fitat juga mampu membentuk kompleks dengan protein, kalsium, seng, besi, dan mineral lainnya sehingga menurunkan pencernaan dan ketersediaan biologis zat gizi tersebut (Hidayat, 2016; Safitri, 2022). Kondisi ini berdampak pada penurunan performa ternak yang ditandai dengan rendahnya pertambahan bobot badan harian, meningkatnya konversi pakan, serta menurunnya efisiensi penggunaan protein dan energi (Pakendek, 2021). Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk menurunkan kadar asam fitat dalam ransum guna meningkatkan pemanfaatan nutrisi.

Berbagai metode telah digunakan untuk menurunkan kandungan asam fitat pada bahan pakan, seperti perendaman, fermentasi, perkecambahan, dan pemanasan. Namun, metode tersebut sering kali memerlukan waktu, biaya, serta tidak selalu efisien dalam skala industri pakan (Yanuartono et al., 2019). Alternatif yang lebih praktis dan efektif adalah penambahan enzim fitase ke dalam ransum. Fitase merupakan enzim golongan fosfomonoesterase yang mampu menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan fosfat anorganik sehingga fosfor menjadi lebih tersedia bagi ternak (Hidayat, 2016).

Fitase komersial umumnya berasal dari mikroorganisme seperti *Aspergillus niger*, *Penicillium spp.*, dan *Escherichia coli* yang memiliki aktivitas enzimatik tinggi dan stabil pada kondisi saluran pencernaan ternak (Safitri, 2022). Penambahan enzim ini terbukti dapat meningkatkan pencernaan fosfor, kalsium, protein, dan energi, serta menurunkan ekskresi fosfor dalam feses (Pakendek, 2021). Dengan meningkatnya ketersediaan fosfor, kebutuhan suplementasi fosfor anorganik dalam ransum dapat dikurangi sehingga biaya pakan menjadi lebih efisien (Hidayat, 2016).

Beberapa penelitian pada ternak monogastrik menunjukkan bahwa penggunaan fitase dalam ransum mampu memperbaiki performa produksi, meningkatkan pertambahan bobot badan, dan menurunkan nilai konversi pakan (Pakendek, 2021; Adeola & Cowieson, 2011). Selain itu, peningkatan pencernaan nutrisi akibat aktivitas fitase juga berkontribusi terhadap efisiensi penggunaan protein dan energi yang lebih baik (Situmorang et al., 2013; Selle & Ravindran, 2007). Hal ini sejalan dengan prinsip formulasi ransum yang menekankan pada optimalisasi ketersediaan nutrisi, bukan hanya kandungan nutrisi total (NRC, 1998; Ravindran et al., 1995).

Penggunaan bahan pakan alternatif yang mengandung serat dan faktor antinutrisi juga memerlukan dukungan teknologi pakan seperti enzim untuk meningkatkan nilai kecernaannya (Amheka et al., 2024; Hamanay et al., 2024; Bedford & Partridge, 2010). Penambahan enzim dalam ransum telah banyak dilaporkan mampu meningkatkan pemanfaatan nutrisi pada berbagai jenis ternak, termasuk ruminansia kecil dan unggas (Nurjannah et al., 2019; Sanan, 2018; Cowieson et al., 2006). Meskipun demikian, respons ternak terhadap suplementasi enzim dapat berbeda tergantung pada jenis ternak, fase pertumbuhan, komposisi ransum, dan dosis enzim yang digunakan (Angel et al., 2002).

Dalam konteks produksi babi, fase starter dan grower merupakan periode kritis yang menentukan performa selanjutnya. Pada fase ini, kebutuhan nutrisi tinggi sementara kemampuan pencernaan belum optimal, sehingga keberadaan faktor antinutrisi seperti fitat dapat memberikan dampak yang lebih besar terhadap efisiensi pakan (Pakendek, 2021; Selle et al., 2009). Oleh karena itu, suplementasi fitase menjadi strategi yang relevan untuk meningkatkan kecernaan nutrisi dan performa ternak pada fase pertumbuhan.

Selain meningkatkan efisiensi produksi, penggunaan fitase juga memiliki manfaat ekologis. Penurunan ekskresi fosfor melalui feses dapat mengurangi risiko eutrofikasi perairan dan pencemaran lingkungan di sekitar peternakan (Hidayat, 2016; Lei et al., 2013). Dengan demikian, penggunaan fitase tidak hanya berdampak pada aspek ekonomi melalui efisiensi biaya pakan, tetapi juga mendukung sistem produksi ternak yang lebih ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian tersebut, penambahan enzim fitase dalam ransum babi merupakan salah satu pendekatan nutrisi yang potensial untuk meningkatkan ketersediaan fosfor, memperbaiki kecernaan nutrisi, meningkatkan performa pertumbuhan, serta mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat ekskresi fosfor. Namun, efektivitasnya masih dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti dosis enzim, komposisi ransum, dan fase pertumbuhan ternak. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian mengenai pengaruh pemberian enzim fitase pada pakan terhadap performa ternak babi.

2. KAJIAN TEORITIS

Kajian terdahulu (Hidayat, 2016) menggunakan DOC strain cobb 500 sebanyak 45 ekor dengan 5 perlakuan 3 ulangan. Hasil kajian yakni penambahan fitase pada dosis 1000 FTU/kg dan 1500 FTU/kg (baik komersial maupun non-komersial) secara efektif meningkatkan BB ayam broiler dan mengurangi kadar fosfor dan sulfur ($P < 0,05$). Namun, tambahan fitase tidak berpengaruh signifikan terhadap pengurangan kadar nitrogen dan amonia ($P < 0,05$). Hal

tersebut terlihat fitase dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi produksi ternak dan memperbaiki lingkungan.

3. METODE KAJIAN

Tempat dan Waktu Kajian

Kajian ini dilakukan di Tilong untuk pemeliharaan ternak babi, pengujian pencernaan bahan kering, bahan organik, nitrogen, analisa protein, dan energi dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak (THT) Fakultas Peternakan Undana, pengujian mineral, calsium, dan fospor di Laboratorium Fakultas Pertanian Undana, dan pengujian amonia di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kupang.

Materi Kajian

Materi kajian yakni : enzim fitase, feses ternak basah, feses ternak yang sudah dikeringkan, feses ternak yang diencerkan dengan aquades, kandang individu dan 16 ekor ternak babi finisher.

Perlakuan dan Rancangan Kajian

Rancangan kajian yakni rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 kelompok perlakuan dan 4 ulangan menggunakan 16 ekor babi finisher. Perlakuan tersebut yaitu :

P0 : pakan basal (kontrol),

P1 : pakan basal ditambahkan enzim fitase 1000 unit fitase/kg pakan,

P2 : pakan basal ditambahkan enzim fitase 1500 unit fitase/kg pakan,

P3 : pakan basal ditambahkan enzim fitase 2000 unit fitase/kg pakan,

Kemudian pengambilan feses untuk melakukan pengukuran terhadap pencernaan BK, pencernaan BO, terkandung nitrogen total, analisa terkandung fosfor, analisa kadar amonia, analisis calsium dan fospor.

Prosedur Kerja

Enzim

Enzim yang digunakan yakni enzim komersial. untuk perlakuan imbuhan 2.000 U fitase/kg ransum di hitung dengan cara berikut: $(2.000/5.000) \times 1 \text{ g} = 0,4 \text{ g}$ fitase/kg ransum.

Kandang

Kandang yang digunakan merupakan kandang individual untuk 12 ekor ternak babi yang diberikan perlakuan dan 4 ekor babi sebagai kontrol lengkap dengan tempat pakan dan minum. Kandang dibersihkan dan disetrilkan dengan desinfektan terlebih dahulu. Kandang

dengan ukuran 1,5mx1,5m dibuat dalam bentuk petak yang ditempati oleh 1 ekor babi, pembagian babi dilakukan secara acak.

Pengelompokan Ternak

Setiap kelompok berisi ternak babi finisher yang berumur 5 bulan dengan berat badan berkisar antara 61-69,5 kg dan dikelompokkan secara acak.

Tabel 1. Penyusunan Ransum Terkandung Nutrisi Pakan Ternak Babi Finisher.

Zat-zat makanan	Satuan	50-110 kg berat badan
Energi	Kkal/kg	3275
Protein	%	13
Serat kasar	%	6.0
Lemak kasar	%	3.0
Kalsium	%	0.60
Phospor	%	0.50

Sumber : NRC (1998)

Tabel 2. Hasil analisa terkandung nutrisi pada pakan yang digunakan selama kajian.

Bahan Pakan	BK (%)	PK (%BK)	LK (%BK)	SK (%BK)	EM Kkal/kg	Ca	P
Konsentrat 709	90,000	36,000	3,000	7,000	2700	4,000	1,600
Dedak padi	89,545	12,900	1,500	10,000	3100	0,110	1,370
Jagung Halus	87,933	9,400	3,800	1,500	4000	0,030	0,280
mineral 10	0	0	0	0	0	43,000	10,000

Tabel 3. Total bahan baku yang digunakan dalam kajian.

Bahan Pakan	Jumlah (%)	Terkandung Nutrisi Ransum basal (%)						
		BK	PK	LK	SK	EM	Ca	P
Konsentrat 709	10	9,000	3,600	0,300	0,700	270	0,400	0,160
Dedak padi	49	43,877	6,321	0,735	4,900	1519	0,054	0,671
Jagung Halus	40	35,173	3,760	1,520	0,600	1600	0,012	0,112
mineral 10	1	0	0	0	0	0	0,430	0,100
Jumlah	100	88,050	13,681	2,555	6,200	3389,000	0,896	1,043

Pemberian Ransum

Pemberian pakan pada periode finisher pada minggu pertama dilakukan tanpa pemberian enzim fitase. Pemberian pakan ini dilakukan pada waktu pagi, siang dan sore hari di jam 08.00, 12.00 dan 16.00. Total ransum yang diberikan yakni 2,5kg/ekor/hari. Kemudian pada minggu kedua hingga minggu kelima diberikan ransum basal yang telah dicampurkan enzim fitase sebagai suplemen.

Pakan Basal ditambahkan Enzim

Pakan basal ditambahkan enzim pada masing-masing kelompok perlakuan. Pada P0 pakan basal tidak diberikan enzim fitase, P1 pakan basal ditambahkan enzim fitase sebanyak 0,2gram/ekor, P2 pakan basal ditambahkan enzim fitase sebanyak 0,3gram/ekor, P3 pakan basal ditambahkan enzim fitase sebanyak 0,4gram/ekor. Kemudian 2,5kg pakan dicampur dengan dengan enzim fitase.

Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan pada minggu pertama, minggu ketiga dan minggu kelima, dilakukan penimbangan berat badan, konversi pakan, dan konsumsi pakan serta pengumpulan feses untuk dianalisis.

Variabel Kajian

a. Penambahan Berat Badan

Pertambahan Berat Badan

$$PBBH = \frac{W2 - W1}{t2 - t1}$$

Keterangan : t1 = Waktu awal pengamatan (hari)

t2 = Waktu akhir pengamatan (hari)

W1 = Bobot badan awal (kg)

W2 = Bobot badan akhir (kg)

b. Konsumsi Pakan

Konsumsi pakan didapat dari timbang total pakan yang diberikan di pagi hari dikurangi total sisa pakan di pagi hari berikutnya sebelum diberikan pakan baru.

c. Konversi Pakan

$$\text{Konversi Pakan} = \frac{\text{total bahan kering yang dikonsumsi (kg/hari)}}{\text{Pertambahan berat badan}}$$

Analisis Data

Analisis data, dianalisis dengan memakai Analysis Of Variance (ANOVA) dan jika beda nyata akan diuji lanjut memakai Duncan's Multiple Range Test (DMRT) .

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum

Kajian ini dilakukan di Tilog untuk pemeliharaan ternak babi, pengujian pencernaan bahan kering, bahan organik, nitrogen, analisa protein, dan energi dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak (THT) FPKP Undana, pengujian mineral, calsium, dan phospor di

Laboratorium Fakultas Pertanian Undana, dan pengujian amonia di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kupang. Peneliti menggunakan 16 ekor babi finisher dengan berat berkisar antara 61-69,5kg. Pakan yang digunakan selama kajian yaitu dedak padi, jagung halus, konsentrat, dan mineral.

Tabel 4. Pengaruh Enzim Fitase pada PBB, Konsumsi Pakan, Konversi pakan.

Variabel	Perlakuan				P-value
	P0	P1	P2	P3	
PBB	13,50 $\pm 0,64^a$	13,50 $\pm 0,37^a$	15,00 $\pm 0,25^a$	14,18 $\pm 0,49^a$	0,71
Konsumsi pakan	2365,25 $\pm 1,14^a$	2370,75 $\pm 3,94^a$	2371,50 $\pm 1,88^a$	2368,25 $\pm 1,78^a$	0,33
Konversi pakan	1,26 $\pm 0,06^a$	1,24 $\pm 0,02^a$	1,11 $\pm 0,01^a$	1,19 $\pm 0,04^a$	0,66

Pengaruh Enzim Fitase terhadap Pertambahan Berat Badan

Rerata perlakuan terhadap pertambahan bobot badan yang dilakukan selama 4 minggu disajikan pada Tabel 4.

Tabel di atas terlihat bahwa nilai PBB rata-rata cenderung ke nilai tertinggi (yaitu, kelompok P2, 15 kg/ekor/minggu). Hasil terlihat bahwa perlakuan tidak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan berat badan ($P > 0,05$). Analisis varians terlihat tidak ada perbedaan signifikan antara kelompok perlakuan. Namun, peningkatan berat badan mingguan kelompok P2 (dengan penambahan 1500 unit fitase/kg pakan) lebih tinggi daripada kelompok perlakuan lainnya. Kapasitas konsumsi pakan ternak disebut asupan pakan. (Hamanay et al., 2024). Konsumsi pakan (g/kepala) dihitung dengan mengurangi jumlah pakan yang tidak dimakan dari jumlah yang diberikan. Disimpulkan bahwa peningkatan kandungan fitase dalam pakan kelompok perlakuan menyebabkan peningkatan berat badan, tetapi kandungan fitase yang berbeda tidak berpengaruh pada diet dasar.

Hal ini karena fitase dapat menghidrolisis zat kompleks yang terikat pada asam fitat. Ini memungkinkan nutrisi lain diserap oleh dinding saluran pencernaan babi, sehingga mendorong pertumbuhan normal. Konsentrasi, dosis, karakteristik, sumber, dan ukuran partikel pakan fitase semuanya memengaruhi aktivitasnya. (Pakendek, 2021).

Pengaruh Enzim Fitase terhadap Konsumsi Pakan (gr/ekor)

Tabel 4 diatas terlihat perlakuan P2 (2371,50 gram/ekor), P1 (2370,75 gram/ekor), P3 (2368,25 gram/ekor). P0 (2365,25 gram/ekor). Hasil sidik ragam terlihat tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$). Hal ini diduga Karena jenis dan komponen nutrisi bahan pakan sama, biasanya bahan pakan tersebut menghasilkan cita rasa yang sama, dan oleh karena itu dampaknya

terhadap asupan pakan juga serupa. Hal ini sesuai pendapat (Situmorang et al., 2013) Karena asupan makanan memengaruhi daya cerna, perbedaan asupan makanan di antara kelompok perlakuan tidak signifikan, sehingga menghasilkan perbedaan daya cerna yang tidak signifikan. Rasa makanan di setiap kelompok hampir identik, yang menyebabkan perbedaan asupan makanan yang tidak signifikan. Menurut (Sanan, 2018) selain tingkat energi, konsumsi dikaitkan dengan konsumsi hari ke hari dan ternak itu sendiri.

Fitase menghidrolisis senyawa kompleks yang terikat pada asam fitat, memungkinkan nutrisi lain diserap oleh dinding saluran pencernaan babi, sehingga mendorong pertumbuhan normal. Faktor-faktor yang memengaruhi aktivitas fitase meliputi konsentrasi, dosis, karakteristik, sumber, dan ukuran partikel pakan. (Amheka et al., 2024)

Pengaruh Enzim Fitase terhadap Konversi Pakan

Dari Tabel 4 diatas dilihat rerata angka konversi ransum terendah yaitu 1,11 (perlakuan P2) dan tertinggi pada perlakuan P0 (1,26) . Ratio pemakaian pakan menghasilkan PBB sebesar satu satu. Makin rendah konversi terlihat lebih efisiensi dalam pemakaian pakan (Nurjannah et al., 2019)

Pemeliharaan dan bahan makanan yang diberikan serta genetika dari babi tersebut. (Amheka et al., 2024) Kajian terlihat jenis ternak, lingkungan, status kesehatan ternak, dan formulasi pakan merupakan faktor-faktor yang memengaruhi rasio konversi pakan. Studi ini menggunakan hasil persilangan babi Landrace dan babi lokal Indonesia. Meskipun menyerupai babi Landrace, mereka tetap mewarisi gen dari babi lokal Indonesia. Sementara pada (NRC, 1998) memakai bibit unggul babi dari ras Landrace murni. (NRC, 1998) Suhu dan kelembapan di kandang babi tetap konstan. Namun, faktor cuaca selama periode kajian, seperti musim kemarau dari Februari hingga Maret dan musim hujan dari Desember hingga Januari, memengaruhi lingkungan kandang babi. Kinerja pertumbuhan babi juga dipengaruhi oleh komposisi pakan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dapat disimpulkan bahwa penggunaan enzim fitase dengan level berbeda belum mampu meningkatkan PBB, Konversi secara signifikan dan level penggunaan enzim pada pakan yang terbaik yakni 1500 unit fitase/kg pakan. Dari kajian ini dapat diberikan saran yakni dilakukan kajian lanjutan dengan level pemberian enzim berbeda dengan meningkatkan level dari kajian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Adeola, O., & Cowieson, A. J. (2011). Board-invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *Journal of Animal Science*, 89(10), 3189–3218. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3715>
- Amheka, Z. M., Dodu, T., Suryani, N. N., & Sembiring, S. (2024). Kecernaan serat kasar dan lemak kasar babi grower yang diberi ransum mengandung silase limbah sawi putih (*Brassica pekinensis* L.). *Animal Agricultura*, 2(1), 433–440. <https://doi.org/10.59891/animacultura.v2i1.63>
- Angel, R., Tamim, N. M., Applegate, T. J., Dhandu, A. S., & Ellestad, L. E. (2002). Phytic acid chemistry: Influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. *Journal of Applied Poultry Research*, 11(4), 471–480. <https://doi.org/10.1093/japr/11.4.471>
- Bedford, M. R., & Partridge, G. G. (2010). *Enzymes in farm animal nutrition* (2nd ed.). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781845936747.0000>
- Cowieson, A. J., Acamovic, T., & Bedford, M. R. (2006). Supplementation of corn-soy-based diets with an *Escherichia coli*-derived phytase: Effects on broiler chick performance and the digestibility of amino acids and metabolizable energy. *Poultry Science*, 85(8), 1389–1397. <https://doi.org/10.1093/ps/85.8.1389>
- Hamanay, U. M. L., Maranatha, G., & M. (2024). Pengaruh pemberian pakan komplit dengan level silase campuran sorgum dan daun gamal serta konsentrat yang berbeda terhadap konsumsi, pencernaan BETN, dan energi ternak kambing lokal betina. *Animal Agricultura*, 1(3), 160–170. <https://doi.org/10.59891/animacultura.v1i3.24>
- Hidayat, C. (2016). Pemanfaatan fitase sebagai upaya penanggulangan asam fitat dalam ransum ayam pedaging. *Wartazoa*, 26(2), 57–68. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v26i2.1326>
- Lei, X. G., Porres, J. M., Mullaney, E. J., & Brinch-Pedersen, H. (2013). Phytase: Source, structure, and application. *Animal Feed Science and Technology*, 185(1–2), 1–14.
- National Research Council. (1998). *Nutrient requirements of swine* (10th rev. ed.). National Academy Press.
- Nurjannah, S., Ayuningsih, B., Hernaman, I., & Susilawati, I. (2019). Penggunaan kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), *Indigofera* sp., dan campurannya dalam ransum sebagai pengganti konsentrat terhadap produktivitas domba Garut jantan. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 7(3), 293–298. <https://doi.org/10.23960/jipt.v7i3.p293-298>
- Pakendek, G. L. (2021). *Pengaruh penambahan enzim fitase pada pakan terhadap performa ternak babi fase starter* (Disertasi doctoral, Universitas Hasanuddin).
- Ravindran, V., Cabahug, S., Ravindran, G., & Selle, P. H. (1995). Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. *Poultry Science*, 74(9), 1565–1573.
- Safitri, A. I. (2022). *Isolasi dan karakterisasi khamir potensial penghasil fitase dari biji jagung (*Zea mays* L.)* (Disertasi doctoral, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Sanan, M. (2018). Pengaruh variasi pakan sumber energi terhadap pertambahan bobot badan harian, konsumsi, dan konversi ransum kambing kacang jantan. *JAS*, 3(4), 58–59. <https://doi.org/10.32938/ja.v3i4.544>

- Selle, P. H., & Ravindran, V. (2007). Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 135(1–2), 1–41. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.06.010>
- Selle, P. H., Cowieson, A. J., & Ravindran, V. (2009). Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock Science*, 124(1–3), 126–141. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.01.006>
- Situmorang, N. A., Mahfuds, L. D., & Atmomarsono, U. (2013). Pengaruh pemberian tepung rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) dalam ransum terhadap efisiensi penggunaan protein ayam broiler. *Animal Agriculture Journal*, 2(2), 49–56.
- Yanuartono, Indarjulianto, S., Purnamaningsih, H., & Raharjo, S. (2019). Metode tradisional pengolahan bahan pakan untuk menurunkan kandungan faktor antinutrisi: Review singkat. *Jurnal Ilmu Ternak*, 19(2), 97–107.