

Pemanfaatan Fitase sebagai Upaya Penanggulangan Asam Fitat dalam Ransum Ayam Pedaging

(Utilization of Phytase to Overcome Phytic Acid in Broiler Diet)

Cecep Hidayat

*Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002
hidayat_c2p@yahoo.com*

(Diterima 21 Desember 2015 – Direvisi 16 Mei 2016 – Disetujui 9 Juni 2016)

ABSTRACT

Phytic acid has been considered as an antinutrient in broiler diet due to its strong chelator of divalent minerals. Phytic acid has ability for binding positively charged proteins, amino acids, and/or multivalent cations or minerals. The resulting complexes are insoluble, difficult to be hydrolyzed during digestion in poultry, and thus, nutritionally less available for absorption. The reduction of phytate activity can be carried out by phytase supplementation. The application of phytase with respect to animal feed supplement is reviewed in this paper. Application of phytase in broiler diet may liberate cations and other nutrients bound by phytate-P complexes resulting in improved production parameters in broilers. This is because phytase supplement increased nutrient (protein, minerals, amino acid, energy, and carbohydrate) digestibilities and availabilities. Overall, phytase could increase nutrient utilization in broiler, hence, increase the economic efficiency of broiler production and reduce the phosphor pollution to the environment.

Key words: Phytic acid, phytase, broiler, growth

ABSTRAK

Asam fitat dianggap sebagai zat antinutrisi dalam ransum ayam pedaging karena mampu mengikat mineral bervalensi dua, disamping zat gizi lain seperti protein atau asam amino. Hasil pengikatan asam fitat dengan zat gizi menyebabkan zat gizi tersebut tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan ayam sehingga menurunkan tingkat ketersediaan untuk metabolisme dalam tubuh ayam pedaging. Penanganan zat antinutrisi asam fitat dapat dilakukan melalui suplementasi fitase ke dalam ransum. Beberapa studi menunjukkan bahwa suplementasi fitase ke dalam ransum ayam pedaging mampu meningkatkan pertumbuhan karena meningkatnya kecernaan zat gizi (protein, asam amino, energi, karbohidrat dan mineral) dalam usus. Penggunaan enzim fitase dalam ransum ayam pedaging juga meningkatkan efisiensi ekonomi dan menekan cemaran fosfor terhadap lingkungan.

Kata kunci: Asam fitat, fitase, ayam pedaging, pertumbuhan

PENDAHULUAN

Penambahan bahan sumber fosfor ke dalam ransum ayam pedaging akan menyebabkan sebagian besar dari fosfor tersebut terekresikan melalui feses dan akan menyebabkan pencemaran air dan tanah, terutama ketika feses tersebut dimanfaatkan sebagai pupuk (Toth et al. 2006; Costa et al. 2008; Guo et al. 2009). Dampak negatif bagi lingkungan tersebut jika tidak dikendalikan akan berdampak negatif pula terhadap sektor peternakan karena dianggap sebagai sumber pencemaran lingkungan sehingga suatu waktu dapat dipolitisasi sebagai dasar dilakukannya tekanan terhadap sektor peternakan untuk menghentikan aktivitas peternakannya.

Upaya pengurangan jumlah bahan pakan sumber fosfor yang digunakan dalam ransum ayam pedaging penting dilakukan karena akan mengurangi pengeluaran

fosfor lewat feses sehingga akan menekan pencemaran lingkungan oleh fosfor yang berasal dari feses. Strategi dalam upaya untuk menekan pencemaran fosfor terhadap lingkungan dari cemaran fosfor yang terkandung dalam feses ternak ayam atau ternak monogastrik adalah melalui peningkatan pemanfaatan fosfor yang terkandung dalam ransum serta menghindari penggunaan bahan pakan sumber fosfor yang berlebihan.

Pencemaran fosfor melalui feces diakibatkan masih tingginya kandungan fosfor dalam feses, yang menunjukkan rendahnya tingkat pemanfaatan fosfor dalam ransum oleh tubuh ayam pedaging. Hal tersebut diakibatkan oleh fosfor yang terdapat dalam ransum ayam pedaging masih terikat dengan asam fitat yang juga ada dalam bahan pakan nabati. Fosfor terikat fitat sulit untuk dimanfaatkan dalam saluran pencernaan ayam pedaging atau ternak monogastrik, karena dalam

saluran pencernaan ayam pedaging atau ternak monogastrik kurang memiliki fitase yang mampu menghidrolisis fitat (Greiner & Konietzny 2006).

Asam fitat merupakan senyawa sekunder di dalam tanaman yang berupa simpanan utama dari fosfor dalam biji-bijian tanaman, terhitung sekitar 60-80% dari total fosfor dan molekul asam fitat mengandung mineral P yang tinggi, yaitu sekitar 28,8% (Wu et al. 2009). Karena ransum ayam sebagian besar terdiri dari bahan pakan nabati (terutama tanaman sereal), maka asam fitat sangat penting diperhatikan ditinjau dari aspek nutrisi bagi ternak ayam pedaging, karena peran negatif asam fitat sehingga dikelompokkan sebagai zat antinutrisi. Asam fitat memiliki kemampuan mengikat secara kuat kation bervalensi dua seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} dan Fe^{2+} serta memiliki kemampuan pula untuk mengikat pati, protein dan asam amino sehingga tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan (Noureddini & Dang 2009; Cowieson et al. 2006a). Upaya penanggulangan untuk menekan efek negatif fitat dalam pakan adalah dengan suplementasi fitase eksogen. Hasil beberapa studi menunjukkan bahwa suplementasi fitase ke dalam ransum mampu memecah ikatan fitat dalam saluran pencernaannya sehingga terjadi peningkatan absorpsi mineral, asam amino, protein dan energi (Oduguwa et al. 2007; Selle & Ravindran 2007; Pirgozliev et al. 2008; Adeola & Walk 2013).

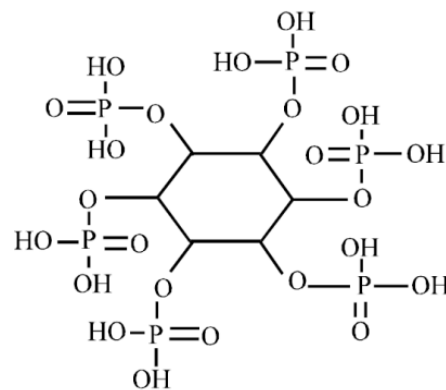
Assuena et al. (2009) melaporkan bahwa fosfor memiliki peran penting dalam tubuh ayam, yaitu berperan dalam proses metabolisme dan secara khusus berperan penting dalam pertumbuhan ayam pedaging. Hal tersebut dikarenakan secara ekonomi, fosfor merupakan zat gizi yang memiliki nilai ekonomi tertinggi ketiga dalam formulasi ransum ayam pedaging setelah energi dan asam amino sehingga perlu dioptimalkan penggunaannya (Woyengo & Nyachoti 2013). Pemanfaatan asam fitat sebagai sumber fosfor dalam ransum ayam melalui proses hidrolisis pemecahan fosfat yang terikat fitat diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan fosfor dalam ransum. Hal ini dapat menekan biaya pakan dengan menghindari penggunaan bahan pakan sumber fosfor yang ditambahkan ke dalam ransum.

Penanggulangan efek negatif asam fitat dapat dilakukan dengan melakukan penambahan fitase ke dalam ransum. Khan et al. (2013) menyatakan bahwa penambahan fitase dalam ransum ternak unggas memiliki dampak pada peningkatan proses hidrolisis asam fitat sehingga meningkatkan ketersediaan mineral, asam amino dan energi bagi tubuh ayam, dimana pada akhirnya mengakibatkan terjadinya peningkatan kinerja pertumbuhan. Penambahan fitase dalam ransum ayam pedaging juga sudah dilaporkan mampu meningkatkan kesehatan saluran pencernaan usus sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan

energi (Oduguwa et al. 2007; Pirgozliev et al. 2008). Oleh karena itu, makalah ini ditulis dengan tujuan untuk mengulas upaya penanggulangan asam fitat dalam ransum ayam pedaging melalui suplementasi fitase dalam ransum.

ASAM FITAT

Wu et al. (2009) mengatakan bahwa asam fitat (*myo-inositol hexakisphosphate*) adalah senyawa sekunder di dalam tanaman yang berupa simpanan utama dari fosfor dalam biji-bijian tanaman, terhitung sekitar 60-80% dari total fosfor. Molekul asam fitat mengandung mineral P yang tinggi, yaitu sekitar 28,8%. Gambar 1 menunjukkan struktur kimia asam fitat.



Gambar 1. Struktur kimia asam fitat

Sumber: Coulibaly et al. (2011)

Asam fitat dilaporkan pertama kali pada tahun 1855 sebagai bentuk penyimpanan fosfor dalam tanaman dan memiliki fungsi sebagai zat antinutrisi bagi ternak monogastrik (Cowieson et al. 2011). Fosfor sendiri merupakan zat gizi penting bagi ayam pedaging yang dibuktikan dengan perannya dalam proses metabolisme yang sangat penting bagi pertumbuhan ayam pedaging (Assuena et al. 2009). Kandungan asam fitat dalam berbagai bahan pakan nabati yang umum digunakan sebagai bahan pakan penyusun ransum ayam pedaging bervariasi tergantung pada beberapa faktor, yaitu jenis atau tipe dan varietas tanaman serta umur panen (Steiner et al. 2007). Fitat terdapat dalam biji-bijian dari tanaman sereal dan bijian yang mengandung minyak. Fitat dalam biji-bijian tersebut berperan secara fisiologis untuk menyimpan nutrisi, terutama fosfor yang akan dilepaskan dengan bantuan fitase *endogenous* saat perkecambahan terjadi (Steiner et al. 2007; Saad et al. 2011). Bahan pakan berasal dari hasil samping proses penggilingan biji-bijian tanaman sereal, termasuk pula bungkil, dilaporkan mengandung asam fitat lebih tinggi dibandingkan dengan biji legum (Steiner et al. 2007). Tahir et al.

(2012) melaporkan bahwa kandungan asam fitat dalam beberapa bahan pakan yang sering digunakan sebagai bahan pakan penyusun ransum unggas adalah sebagai berikut, jagung (0,186%), bungkil kedelai (0,395%), *distiller's dried grains with solubles* (DDGS) (0,257%), tepung limbah roti (0,192%), gandum (0,251%) dan tepung kanola (0,695%). Dedak padi termasuk bahan pakan yang mengandung asam fitat tinggi. Hidayat et al. (2014) melaporkan bahwa kandungan asam fitat dalam dedak padi mencapai 6,63%.

Asam fitat memiliki sifat untuk membentuk kompleks dengan zat gizi, termasuk protein dan mineral. Karena fungsi asam fitat pada berbagai pH, serta kuatnya muatan negatif dari asam fitat, menyebabkan asam fitat dapat dengan mudah mengikat komponen bermuatan positif seperti mineral (Greiner & Konietzny 2006). Cowieson et al. (2006a) menemukan bahwa keberadaan asam fitat mengakibatkan kecerna fosfor menjadi rendah menjadi sekitar 10% dan diekskresikan melalui feses (Toth et al. 2006). Woyengo & Nyachoti (2013) menjelaskan mekanisme asam fitat yang terkandung dalam ransum dapat menurunkan kecernaan zat gizi pada ternak monogastrik, yaitu: (1) Membentuk ikatan dengan zat gizi dan enzim pencernaan dalam usus halus, selanjutnya menurunkan aktivitas enzim pencernaan dalam usus halus; (2) Membentuk ikatan dengan protein dan enzim pencernaan dalam lambung sehingga menurunkan aktivitas pepsin dalam lambung; dan (3) Membentuk ikatan dengan zat gizi *endogenous*, yang menyebabkan penurunan tingkat penyerapan kembali zat gizi *endogenous* dalam usus halus.

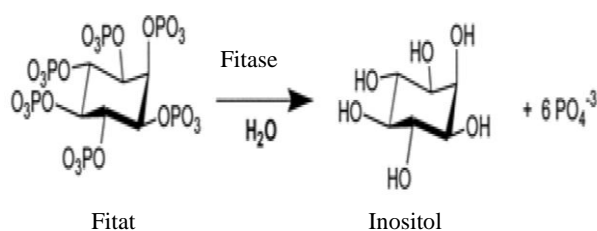
Ketiga mekanisme tersebut di atas akan menyebabkan meningkatnya aliran zat gizi *endogenous*. Sedangkan mekanisme 1 dan 2 akan menyebabkan berkurangnya kecernaan zat gizi dalam *ileum*.

FITASE

Khattak et al. (2006) menjelaskan bahwa enzim merupakan unit fungsional dari metabolisme sel, karena enzim dapat meningkatkan kecepatan reaksi tanpa ikut serta dalam reaksi itu sendiri, baik sebagai substrat ataupun produk. Ketika enzim mengkatalis substrat, enzim secara kimia memodifikasi zat (substrat) melalui aksi enzim tersebut. Salah satu enzim yang penting dalam formulasi ransum ternak unggas adalah fitase.

Fitase (*myo-inositol-hexakisphosphate-3-phosphohydrolase*) adalah enzim yang mengkatalis *myo-inositol hexakisphosphate* (fitat) menjadi *orthophosphate* anorganik dan serangkaian *phosphoric* yang lebih rendah (*inositol pentaphosphate* menjadi *monophosphate*) dan akhirnya menjadi *myo-inositol*

bebas (Selle & Ravindran 2007), proses hidrolisis fitat oleh fitase divisualisasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses hidrolisis fitat oleh fitase

Sumber: Mittal et al. (2011)

Sumber fitase

Greiner et al. (2007) mengemukakan bahwa pada tahun 1962 dilakukan upaya pertama kali pengembangan fitase sebagai enzim untuk bahan pakan ternak dan pada tahun 1991 fitase pertama kali tersedia secara komersial. Selle & Ravindran (2007) dan Khalid et al. (2013) mengemukakan bahwa terdapat empat sumber fitase, yaitu: (1) Fitase yang bersumber dari usus hewan, fitase ditemukan dalam sekresi yang dihasilkan oleh usus hewan (fitase asal hewan); (2) Fitase yang berasal dari mikroba dalam saluran pencernaan (misalnya seperti dalam ternak ruminansia); (3) Fitase endogen dari tanaman/bahan pakan; dan (4) Fitase yang diproduksi oleh mikroorganisme. Fitase yang bersumber dari mikroba paling banyak digunakan untuk tujuan komersial (Khalid et al. 2013). Jenis mikroba *Aspergillus* sp terutama dari *strain A. niger* dan *A. ficuum* banyak digunakan oleh produsen fitase komersial. Beutler (2009) mengatakan bahwa terdapat beberapa jenis fitase yang dapat dikomersialkan dan digunakan sebagai pakan imbuhan hasil isolasi dari jamur, ragi dan bakteri. Jamur dan bakteri adalah sumber fitase yang paling penting, perbedaan sumber fitase mengakibatkan perbedaan sifat fisik dan kimia fitase sehingga menyebabkan perbedaan aktivitas fitase dan perbedaan pengaruh ketika diberikan kepada ternak monogastrik (Beutler 2009).

Sifat fitase

Fitase dari biji-bijian yang digunakan sebagai bahan pakan imbuhan sering kali rusak oleh proses pemanasan ketika dilakukan proses pembuatan pelet. Slominski et al. (2007) mengamati berkurangnya aktivitas fitase dalam ransum ayam berbasis gandum sebesar 59% setelah dilakukan pembuatan pelet dengan uap pada suhu 67°C. Afsharmanesh et al. (2008) juga

melaporkan berkurangnya aktivitas fitase dalam dedak gandum sebesar 43% karena perlakuan panas pada suhu 80°C. Fitase merupakan protein dengan berat molekul tinggi sehingga sensitif terhadap kelembaban dan suhu yang tinggi. Hal tersebut perlu diperhatikan ketika dilakukan pemrosesan pakan serta ketika dilakukan proses penyimpanan fitase sehingga fitase harus disimpan di tempat gelap, dingin dan kering (Slominski et al. 2007).

Penggunaan fitase sebagai pakan imbuhan dalam ransum ayam, harus memenuhi beberapa kriteria. Pertama, efektif dalam melepaskan fosfat terikat fitat dalam saluran pencernaan. Kedua, stabil dalam menahan inaktivasi akibat panas dari proses pengolahan pakan dan proses penyimpanan. Ketiga, murah ketika diproduksi (Greiner & Farouk 2007).

Mekanisme kerja fitase

Kathirvelan et al. (2015) melaporkan bahwa proses pelepasan fosfor oleh fitase dalam saluran pencernaan ayam adalah sebagai berikut, fosfor yang terkandung dalam biji-bijian yang tersimpan sebagai kompleks mineral dan dikenal sebagai fitin. Fitin tersebut ketika dalam bentuk tidak kompleks disebut asam fitat. Asam fitat terdiri dari gula (mirip dengan glukosa) yang disebut *myo-inositol*, tempat dimana grup fosfat (PO₄) terikat. Bioavailabilitas fosfor terikat fitat tersebut umumnya sangat rendah pada ternak ayam, karena ayam tidak memiliki kemampuan untuk memanfaatkan fosfor dalam bentuk tersebut (fosfor terikat fitat). Hanya fosfatase dan fitase yang mampu membebaskan fosfor terikat fitat dari cincin *inositol* dan membuatnya tersedia untuk diserap dalam usus. Variasi kadar fosfor terikat fitat dalam bahan pakan ikut mempengaruhi ketersediaan fosfor. Fitase melepaskan fosfat dari cincin *inositol* dimana pelepasan fosfor tersebut sangat tergantung pada

kondisi pH usus. Dengan mekanisme kerja fitase dalam saluran pencernaan ayam tersebut, beberapa hasil percobaan penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging menunjukkan bahwa suplementasi fitase terbukti mampu meningkatkan pencernaan mineral, asam amino dan energi metabolis ransum (Woyengo et al. 2008).

SUPLEMENTASI FITASE DALAM RANSUM TERHADAP KINERJA PERTUMBUHAN AYAM PEDAGING

Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa suplementasi fitase pada ransum dengan kandungan fosfor rendah menghasilkan pengaruh yang positif dalam meningkatkan kinerja pertumbuhan ayam pedaging (Ghazalah et al. 2006; Singh 2008; Assuena et al. 2009). El-Deek et al. (2009) melaporkan bahwa penambahan fitase ke dalam ransum ayam pedaging sampai aras 500 FTU/kg mampu meningkatkan bobot badan (BB) dan pertambahan bobot badan (PBB) ayam pedaging dengan tingkat peningkatan sebesar 5,6 dan 6,1% dibandingkan dengan BB dan PBB untuk ayam pedaging yang diberi perlakuan tanpa penambahan fitase pada umur 42 hari. Beberapa hasil percobaan juga melaporkan bahwa suplementasi fitase pada ransum ayam pedaging disamping mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan juga mampu meningkatkan konsumsi pakan dan efisiensi pakan (Pillai et al. 2006; Singh & Sikka 2006; Selle & Ravindran 2007; Jongbloed & Thissen 2010).

Tabel 1 menunjukkan bahwa secara umum bertambahnya tingkat suplementasi fitase dalam ransum dapat meningkatkan pertambahan bobot hidup dan efisiensi penggunaan pakan. Berdasarkan Tabel 1 juga ditunjukkan bahwa terdapat peluang dalam menggunakan fitase dengan dosis tinggi pada ransum ayam pedaging.

Tabel 1. Kinerja pertumbuhan ayam pedaging pada berbagai tingkat suplementasi fitase dalam ransum

Tingkat suplementasi fitase	PBB (g/ekor/hari)	Konsumsi ransum (g/ekor/hari)	FCR	Sumber
0 FTU ¹⁾ /kg	33,8	50,3	1,471	Jongbloed & Thissen (2010)
100-5.000 FTU/kg	34-34,3	50,9- 51,9	1,472-1,474	
0 FTU/kg	18	24	1,32	Selle & Ravindran (2007)
375-12.000 FTU/kg	25-32	31-37	1,23-1,15	
0 FTU/kg	94	103	1,09	Stefanello et al. (2015)
1.000 FTU/kg	95	102	1,06	
0 FTU/kg	40	82	2,04	Nourmohammadi et al. (2010)
500-1.000 FTU/kg	41-43	83-85	2,01-1,98	
0 g fitase/kg ransum	107	178	1,65	Johnson et al. (2014)
0,1; 0,3; 0,9 g fitase/kg ransum	111-120	188-187	1,68-1,55	

¹⁾Satu unit aktivitas fitase (FTU) didefinisikan sebagai jumlah enzim yang mampu membebaskan fosfor anorganik 1 µmol per menit dari larutan Na-fitat 0,0051 mol/l pada pH 5,5 dan suhu 37°C (Jones et al. 2010).

Keuntungan suplementasi fitase dalam dosis tinggi, memiliki implikasi tidak hanya untuk kinerja pertumbuhan ternak semata, tetapi juga untuk kesehatan ternak, serta memiliki pengaruh positif pada kualitas daging dan telur (Cowieson et al. 2011). Efek positif yang ditimbulkan tersebut terjadi akibat: (1) Pelepasan mineral dari kompleks fitat-mineral; (2) Pemanfaatan *inositol* oleh anak ayam; (3) Peningkatan daya cerna pati; dan (4) Peningkatan daya cerna protein (El-Husseiny et al. 2006; El-Deek et al. 2009). Selain berpengaruh secara positif terhadap kinerja pertumbuhan ayam pedaging. Suplementasi fitase juga dilaporkan mampu meningkatkan kualitas karkas ayam pedaging. Hal tersebut terjadi karena suplementasi fitase mampu meningkatkan kenaikan bobot badan ayam pedaging akibat lebih terkait dengan peningkatan deposisi protein daripada penumpukan lemak (Pillai et al. 2006). Pengaruh suplementasi fitase terhadap organ dalam ayam pedaging juga telah dilaporkan. Suplementasi fitase (sampai 500 FTU/kg) pada ransum ayam pedaging dilaporkan tidak mempengaruhi persentase bobot jantung, hati dan persentase lemak perut, namun secara signifikan meningkatkan bobot relatif ampela dan panjang usus (El-Deek et al. 2009).

SUPLEMENTASI FITASE DALAM RANSUM TERHADAP METABOLISME ENERGI PADA AYAM PEDAGING

Keberadaan asam fitat dalam ransum ayam pedaging banyak dilaporkan mengakibatkan terjadinya penurunan metabolisme energi. Ravindran et al. (2006) melaporkan peningkatan konsentrasi asam fitat dalam ransum ayam pedaging berbasis tepung jagung dan kedelai dari konsentrasi 10,0 sampai dengan 13,6 g/kg melalui penambahan dedak/bekatul, mengakibatkan penurunan energi metabolis/*Apparent Metabolizable Energy* (AME) ransum sebesar 2,1% (3.353 menjadi 3.281 kal/kg). Hal tersebut karena asam fitat mampu mengikat zat gizi seperti karbohidrat, lemak dan protein sehingga mengurangi metabolisme energi pakan oleh tubuh ayam pedaging. Asam fitat juga mengurangi metabolisme energi karena secara tidak

langsung asam fitat meningkatkan sekresi natrium (Na) yang menghambat proses penyerapan glukosa pada saluran pencernaan (Woyengo et al. 2009).

Penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging telah dilaporkan mampu meningkatkan metabolisme energi ransum (Cowieson et al. 2008; Olukosi et al. 2008; Santos et al. 2008; Khan et al. 2013). Suplementasi fitase telah secara konsisten meningkatkan metabolisme energi ransum ayam pedaging berbasis gandum dan/atau sorgum dalam banyak studi. Driver et al. (2006) melaporkan bahwa suplementasi fitase mampu meningkatkan nilai AME rata-rata sebesar 0,36 MJ/kg bahan kering atau 2,8% terhadap kontrol (tanpa suplementasi fitase). Sementara itu, Roland (2006) menemukan terjadi peningkatan daya cerna karbohidrat dalam ransum yang disuplementasi fitase. Liu et al. (2008) mengatakan fitase memiliki dampak positif pada aktivitas enzim *endogenous* yang mengatalis karbohidrat, dimana sebelumnya aktivitas enzim tersebut terhambat oleh fitat. Suplementasi fitase meningkatkan AME sebesar 2,8% jika dibandingkan dengan ransum tanpa suplementasi fitase (Selle et al. 2006a). Truong et al. (2015) melaporkan bahwa suplementasi fitase pada aras 500 FTU/kg meningkatkan kecernaan pati pada *jejunum* sebesar 17,6% pada ayam pedaging yang beri pakan berbasis jagung dan gandum. Terjadi peningkatan kecernaan pati dari 2,51 sampai dengan 4,80% pada tiga bagian usus. Fitase meningkatkan kecernaan pati dalam semua segmen usus halus. Peningkatan kecernaan pati ini disebabkan oleh peningkatan penyerapan glukosa yang dihasilkan oleh fitase (Truong et al. 2015). Pada Tabel 2 ditunjukkan beberapa penelitian mengenai pengaruh tingkat suplementasi fitase terhadap tingkat penggunaan energi ransum ayam pedaging. Tabel 2 terlihat bahwa penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging mampu meningkatkan pemanfaatan energi ransum pada ayam pedaging. Khalid et al. (2013) menjelaskan keterkaitan suplementasi fitase terhadap perbaikan metabolisme energi pada ayam pedaging, dimana dinyatakan bahwa pemanfaatan energi pada ternak ayam tergantung pada: (1) Tingkat keasaman bahan

Tabel 2. Pemanfaatan energi ransum dengan suplementasi fitase pada ayam pedaging

Perlakuan	Pemanfaatan energi ransum	Sumber
Suplementasi 500 FTU fitase pada ayam umur 14-21 hari	Nilai AME meningkat dari 3.322 menjadi 3.517 kal/kg	Santos et al. (2008)
Suplementasi fitase 0 dan 12.000 FTU/kg pada ayam umur 5-15 hari	Nilai AME meningkat dari 3.209 menjadi 3.559 kal/kg	Driver et al. (2006)
Suplementasi fitase 0 dan 1.000 FTU/kg pada ransum berbasis jagung dan bungkil kedelai	Nilai IDE (<i>ileal digestible energy</i>) meningkat dari 3.187 menjadi 3.267 kal/kg BK	Stefanello et al. (2015)
Suplementasi fitase 0,0; 0,1; 0,3; 0,9 g/kg pada ayam umur 0-21 hari	Nilai AME berurutan sebagai berikut 2.698; 2.690; 2.729; 2.799 kal/kg	Johnson et al. (2014)

pakan/ransum dan dalam perut; (2) Sumber dan aras fitat, fitase, protein, energi dalam ransum; (3) Cara pemberian pakan *ad libitum*/dibatasi; (4) Konfigurasi spesifik dan stabilitas dari kompleks fitat; dan (5) Tingkat sinkronisasi antara energi dan pelepasan nitrogen dalam usus halus dengan pola akresi protein/lemak tubuh.

Poin 2 dan 4 menunjukkan bahwa keberadaan fitat dan suplementasi fitase menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat pemanfaatan energi ransum pada tubuh ayam pedaging.

SUPLEMENTASI FITASE DALAM RANSUM TERHADAP KECERNAAN PROTEIN DAN ASAM AMINO PADA AYAM PEDAGING

Pada ternak unggas, terbentuknya kompleks antara protein-fitat terjadi di dalam *proventrikulus* akibat kondisi pH yang rendah (Selle et al. 2012). Kemampuan fitat untuk membentuk kompleks dengan protein pada pH yang berbeda dapat mempengaruhi struktur protein, serta kelarutan dan pencernaan protein (Greiner & Konietzny 2006). Mekanisme interaksi antara protein dan fitat masih belum diketahui secara jelas, namun interaksi tersebut mengakibatkan kelarutan protein pakan menjadi rendah dalam saluran pencernaan ayam pedaging (Cowieson et al. 2008). Penurunan kelarutan protein sebagai efek interaksi dengan fitat, bertanggung jawab terhadap penurunan pencernaan Na, Ca, asam amino dan energi, akibat kelebihan sekresi HCl (asam klorida), musin, pepsin, empedu dan NaHCO_3 , serta meningkatnya aliran energi, asam amino tertentu dan Na ke dalam lumen (Cowieson & Ravindran 2007; Liu et al. 2008). Protein terikat fitat menurunkan kelarutannya akibat tahan terhadap pepsin pada saat proses proteolisis sebagai akibat pengurangan kelarutan dan perubahan struktur setelah membentuk ikatan dengan fitat. Pepsin dan asam klorida memulai proses pemecahan protein dalam *proventrikulus* unggas sehingga menghasilkan peptida untuk dipecah lagi melalui proses proteolisis dalam usus halus sehingga sangat jelas keberadaan fitat menyebabkan penurunan kelarutan protein akibat diikat

fitat, karena ikatan protein-fitat menyebabkan protein tidak terpecah pada saat terjadinya proses proteolisis tersebut (Selle et al. 2006a; 2006b). Pada Tabel 3 ditunjukkan beberapa penelitian mengenai pengaruh tingkat suplementasi fitase terhadap tingkat pemanfaatan protein ransum pada ayam pedaging. Suplementasi fitase mampu meningkatkan tingkat penggunaan protein ransum pada ayam pedaging yaitu dengan meningkatnya nilai pencernaan protein yang ditunjukkan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging mampu meningkatkan penggunaan protein ransum untuk kemudian dideposisikan menjadi protein dalam tubuh. Khan et al. (2013) mengungkapkan bahwa aras fitase yang mampu meningkatkan pencernaan protein pada ternak ayam pedaging masih belum dapat ditentukan. Hal ini diakibatkan oleh masih bervariasinya hasil pengamatan yang didapat, sebagai akibat pengaruh dari beberapa faktor yaitu: (1) Jenis penanda/indikator yang digunakan dalam uji pencernaan; (2) Perbedaan antara jenis bahan; (3) Kandungan Ca dan P non-fitat dalam ransum; dan (4) Keseimbangan elektrolit dalam ransum. Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa retensi nitrogen meningkat secara signifikan pada ayam pedaging yang diberi ransum mengandung fitat rendah kemudian dilakukan suplementasi fitase (Centeno et al. 2007; Panda et al. 2007).

Keberadaan asam fitat dalam ransum ayam pedaging selain berdampak negatif terhadap pencernaan protein, juga berdampak negatif terhadap pencernaan asam amino. Beberapa hasil percobaan melaporkan bahwa konsumsi fitat, walaupun dalam jumlah sedikit (<1% dalam ransum ayam pedaging) memiliki dampak negatif pada kelarutan/kecernaan zat gizi ransum termasuk asam amino (Cowieson & Ravindran 2007). Asam amino yang sangat dipengaruhi kelarutan/kecernaannya dalam saluran pencernaan ayam akibat konsumsi fitat adalah asam amino glisin, serin, treonin, prolin (Peter et al. 2001; Ravindran et al. 2006; Selle et al. 2006b; Schlegel et al. 2009). Hasil studi Kumar et al. (2010) menunjukkan bahwa efek pengikatan fitat tergantung pada kondisi pH, dimana pada pH rendah, fitat dapat mengikat asam amino arginin, lisin dan histidin untuk membentuk sebuah kompleks.

Tabel 3. Pemanfaatan protein ransum dengan suplementasi fitase pada ayam pedaging

Perlakuan	Pemanfaatan protein ransum	Sumber
Suplementasi fitase 0 vs 500 FTU/kg pada ayam umur: - 14-21 hari - 28-35 hari	Nilai pencernaan protein ileal meningkat: 79,3% menjadi 84,0% 83,2% menjadi 84,9%	Santos et al. (2008)
Suplementasi fitase 0 vs 750 FTU/kg pada ayam umur: - 14-21 hari - 28-35 hari	Nilai pencernaan protein ileal meningkat: 80,8% menjadi 84,5% 83,7% menjadi 87,3%	Santos et al. (2008)
Suplementasi fitase 0,0; 0,1 0,3; 0,9 g/kg pada ayam umur 0-21 hari	Kecernaan protein berurutan sebagai berikut: 62,1; 61,6; 63,9; 62,1%	Johnson et al. (2014)

Terdapat beberapa studi yang difokuskan pada topik pengaruh suplementasi fitase dalam ransum ayam pedaging terhadap pencernaan asam amino, beberapa diantaranya menunjukkan manfaat positif yang signifikan (Ravindran et al. 2006; Cowieson et al. 2006b; Cowieson et al. 2008; Agbede et al. 2010; Pirgozliev et al. 2011; Selle et al. 2012), walaupun terdapat juga hasil studi yang melaporkan bahwa tidak ada pengaruh suplementasi fitase pada ransum ayam pedaging terhadap pencernaan asam amino (Agbede et al. 2010).

Selle et al. (2006b) menyatakan bahwa variasi respon yang ditunjukkan dari pengaruh suplementasi fitase terhadap pencernaan asam amino diakibatkan oleh sejumlah faktor, yaitu (1) Pilihan penanda/indikator yang digunakan dalam uji pencernaan; (2) Perbedaan antara jenis bahan pakan yang digunakan dalam uji; (3) Kandungan Ca dan P non-fitat; (4) Keseimbangan elektrolit dalam ransum uji; (5) Kemampuan tercerna asam amino dalam ransum; (6) Sumber dan konsentrasi fitat dalam ransum; (7) Kandungan protein dan asam amino dalam ransum uji; dan (8) Jumlah suplementasi dan tipe fitase.

Jenis penanda/indikator yang digunakan dalam uji pencernaan asam amino menjadi salah satu faktor penting dalam variasi yang ditunjukkan oleh efek suplementasi fitase pada pencernaan asam amino seperti yang dilaporkan oleh Olukosi et al. (2012) yang menunjukkan bahwa, terlepas dari aras suplementasi fitase yang digunakan, pencernaan asam amino pada ayam pedaging meningkat ketika menggunakan penanda (*marker*) titanium (Ti) dibandingkan dengan chromium (Cr). Selain itu, Cowieson et al. (2008) melaporkan bahwa penggunaan fitase dari dua jenis mikroba (bakteri dan jamur) yang berbeda juga dilaporkan mengurangi pencernaan nitrogen dan asam amino pada ayam pedaging.

Studi terbaru mengenai penggunaan fitase secara tegas menunjukkan bahwa fitase meningkatkan pencernaan asam amino pada ayam pedaging. Amerah et al. (2014) melaporkan bahwa suplementasi fitase mikroba yang bersumber dari bakteri *Buttiauxella* dengan aras 1.000 FTU/kg secara signifikan meningkatkan rata-rata pencernaan 17 asam amino sebesar 12,3%. Selanjutnya, Truong et al. (2014; 2015) melaporkan bahwa suplementasi 500 FTU/kg *Buttiauxella* fitase (fitase bersumber dari bakteri *Buttiauxella*) meningkatkan secara signifikan rata-rata koefisien cerna dari 16 asam amino pada usus halus bagian *jejunum* proksimal sebesar 49,7%, *jejunum* distal sebesar 20,2%, *ileum* proksimal sebesar 9,07% dan *ileum* distal sebesar 7,24% pada ayam pedaging yang diberi pakan berbasis jagung.

SUPLEMENTASI FITASE DALAM RANSUM TERHADAP RETENSI MINERAL PADA AYAM PEDAGING

Beberapa hasil penelitian mengenai pengaruh asam fitat pada pencernaan mineral menunjukkan hubungan yang negatif antara konsentrasi asam fitat dengan pencernaan mineral pada ayam pedaging. Ravindran et al. (2006) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi asam fitat dalam ransum dari 10,4 sampai dengan 13,6 g/kg mengakibatkan berkurangnya pencernaan mineral Ca dan Fe dari 37,7 sampai dengan 36,0% dan dari 21,8 sampai dengan 20,3%, secara berurutan. Selle et al. (2006b) mengungkapkan bahwa keberadaan fitat menyebabkan ketersediaan mineral, termasuk kalsium untuk diserap dalam usus ayam pedaging menjadi terbatas, padahal kalsium merupakan mineral penting dalam pembentukan tulang. Satu molekul fitat dapat mengikat sampai lima atom Ca sehingga membentuk kompleks. Kompleks tersebut dibentuk dalam saluran pencernaan, fitat mengikat sejumlah besar Ca dari ransum yang membuat fitat menjadi faktor pembatas tidak hanya untuk P tetapi juga Ca (Selle et al. 2006b). Pada Tabel 4 menunjukkan beberapa penelitian mengenai pengaruh tingkat suplementasi fitase terhadap mineralisasi tulang dan tingkat retensi mineral ransum pada ayam pedaging. Secara umum suplementasi fitase berdampak positif terhadap penggunaan mineral ransum yang ditunjukkan dengan meningkatnya tingkat retensi dan deposisi mineral dalam tubuh ayam pedaging, karena terjadi pelepasan P anorganik dari molekul fitat. Efek menguntungkan dari suplementasi fitase pada *tibia* dapat dijelaskan dengan memahami peran negatif asam fitat, yaitu mampu membentuk kompleks dengan kation yang berbeda-beda yaitu Ca, Mg, K, Mn, Fe dan Zn sehingga mengurangi ketersediaan mineral tersebut untuk diserap dalam usus (El-Husseiny et al. 2006; El-Deek et al. 2009).

Pada ternak ayam, penyerapan mineral terjadi pada bagian atas usus (Khalid et al. 2013). Kalsium merupakan mineral penting dalam komposisi tulang, karena itu, ketersediaan kalsium dalam ransum merupakan salah satu perhatian terbesar dalam nutrisi ayam pedaging. Kalsium bukan merupakan kation dengan kekuatan ikatan paling kuat dengan fitat (misalnya dibandingkan dengan kation Zn), namun Ca umumnya terdapat dalam ransum ayam dalam jumlah tinggi, menyebabkan mineral Ca dengan mudah diikat oleh fitat dan mengendap dalam saluran pencernaan, tidak terserap dalam usus. Ketika proses hidrolisis oleh fitase terjadi, kapasitas fitat dalam mengikat Ca menurun sehingga melepaskan Ca untuk kemudian

Tabel 4. Mineralisasi tulang dan retensi mineral dengan suplementasi fitase dalam ransum pada ayam pedaging

Perlakuan	Hasil	Sumber
Suplementasi 0 vs 500 FTU/kg ransum pada ayam umur 42 hari	Peningkatan mineral pada tulang yaitu: Ca (20,3 menjadi 24,2 %); P (9,8 menjadi 10,8%); Mg (0,32 menjadi 0,53%); K (1,6 menjadi 1,8%); Zn (111,4 menjadi 128,5 ppm); Na (46,9 menjadi 53,7 ppm)	Santos et al. (2008)
Meta analisis mengenai suplementasi fitase terhadap retensi mineral fosfor pada ayam	Retensi fosfor meningkat sebesar 8,60% (fitase 1.039 FTU/kg) dan 5,02% (fitase 371 FTU/kg) dibandingkan tanpa suplementasi fitase	Bougouin et al. (2014)
Suplementasi fitase 0 vs 1.000 FTU/kg ransum ayam umur 42 hari	Kandungan Ca pada tulang meningkat dari 330 menjadi 340 g/kg	Guo et al. (2009)
Suplementasi fitase 0 vs 1.000 FTU/kg pada ayam pedaging	Nilai pemanfaatan fosfor pada ayam pedaging dari 66,04 menjadi 83,34%	Setiawati et al. (2015)
Penambahan fitase pada aras 0 vs 500 FTU/kg dalam ransum ayam pedaging	Ketersediaan zat gizi, abu tulang, persentase Ca dan P pada abu tulang meningkat	Rezaei et al. (2007)
Suplementasi 250 FTU/kg terhadap ransum dengan kandungan fosfor rendah (0,50-0,52% kandungan P dalam ransum)	Retensi Ca meningkat dari 58,7 menjadi 66,6%. Retensi P meningkat dari 52,7 menjadi 54,6%	Mondal et al. (2007)
Suplementasi 0; 500; 750; 1.000 FTU/kg fitase pada ransum ayam pedaging yang mengandung asam fitat rendah, sedang dan tinggi	Koefisien pencernaan untuk perlakuan fitase 0; 500; 750 1.000 FTU/kg berurutan untuk Ca 0,352; 0,381; 0,380; 0,406 dan Mg 0,127; 0,159; 0,159; 0,182	Ravindran et al. (2006)
Pengaruh aras suplementasi fitase (0-5.000 FTU/kg ransum) pada ayam pedaging	Kecernaan P, Cu dan kandungan Zn pada tulang meningkat seiring dengan aras suplementasi fitase	Jongbloed & Thissen (2010)

diserap dalam usus halus (Selle et al. 2009). Beberapa penelitian telah dikembangkan dan dapat menguatkan gagasan bahwa fitase memiliki kapasitas untuk meningkatkan pencernaan Ca. Konsentrasi Ca dalam ransum dan rasio keseluruhan Ca:P merupakan faktor penting yang mempengaruhi aktivitas fitase dalam saluran pencernaan (Beutler 2009).

SUPLEMENTASI FITASE DALAM RANSUM AYAM DITINJAU DARI ASPEK EKONOMI DAN LINGKUNGAN

Plumstead et al. (2008) mengatakan bahwa suplementasi fitase pada ransum ayam pedaging dengan kandungan fosfor rendah mengakibatkan tercapainya respon produksi optimum. Hal demikian berimbas pada penurunan biaya pakan, karena tidak ada biaya yang dikeluarkan untuk penambahan bahan sumber fosfor. Biaya untuk menambahkan bahan sumber fosfor merupakan biaya terbesar ketiga di dalam formulasi pakan ternak setelah biaya penyediaan protein dan energi (Costa et al. 2008). Bahan sumber fosfor dari P anorganik diperhitungkan tinggi secara ekonomi, karena bahan sumber fosfor yang berasal dari sumber mineral tersebut tidak dapat diperbaharui di alam dan dalam jangka panjang, sumber daya alam tersebut akan habis (Selle & Ravindran 2007; Adeola & Cowieson 2011). Lei et al. (2007) mengatakan

suplementasi fitase merupakan upaya efektif dari aspek nutrisi dan ekonomi yang dapat digunakan oleh ternak monogastrik guna memperoleh fosfor yang memadai dari ransum berbasis tanaman.

Terlepas dari aspek ekonomi, aspek lingkungan juga menjadi salah satu alasan penting penggunaan fitase. Penambahan bahan sumber fosfor ke dalam ransum ayam pedaging akan menyebabkan sebagian besar dari fosfor tersebut terekskresikan melalui feses dan akan menyebabkan pencemaran air dan tanah, ketika feses tersebut dimanfaatkan sebagai pupuk (Costa et al. 2008). Dampak negatif bagi lingkungan tersebut jika tidak dikendalikan, suatu saat akan menjadi dasar dilakukannya tekanan terhadap sektor peternakan untuk menghentikan aktivitas peternakannya. Pengurangan jumlah penggunaan fosfor dalam ransum ayam pedaging diharapkan akan menyebabkan pengurangan pengeluaran fosfor lewat feses sehingga akan menekan pencemaran lingkungan dari fosfor yang berasal dari feses. Sebagai pelajaran untuk Indonesia, di Eropa penggunaan fitase menjadi jalan keluar dalam penyediaan P dalam ransum ternak monogastrik. Upaya ini seiring dengan dilarangnya penggunaan tepung daging dan tulang atau *meat and bone meal* (MBM) sebagai sumber fosfor dalam ransum ternak monogastrik, karena ditakutkan adanya kemungkinan terjadinya transfer penyakit seperti *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE) (Costa et al. 2008).

Tabel 5. Suplementasi fitase dalam ransum ayam pedaging yang mengandung dedak padi tinggi

Perlakuan	Hasil	Sumber
Suplementasi fitase pada tingkat 0, 500, 1.000 FTU/kg pada ransum ayam pedaging mengandung 30% dedak padi	Nilai FCR menurun untuk perlakuan 0, 500 dan 1.000 FTU/kg berurutan 2,78; 2,75; 2,59	Tirajoh et al. (2010)
Suplementasi fitase 0 vs 1.000 FTU/kg pada ransum ayam pedaging yang mengandung 50% dedak padi	Pertambahan bobot badan meningkat dari 1,48 menjadi 1,65 kg/ekor dan FCR menurun dari 2,15 menjadi 1,95	Setyatwan (2005)

FITASE UNTUK MENANGGULANGI ASAM FITAT DALAM DEDAK PADI

Saad et al. (2011) melaporkan bahwa asam fitat banyak terkandung dalam dedak padi. Hidayat et al. (2014) menyebutkan bahwa kandungan asam fitat dalam dedak padi lokal di Indonesia sebesar 6,63% dari bahan kering. Kandungan asam fitat dalam dedak padi merupakan yang tertinggi apabila dibandingkan dengan kandungan asam fitat dalam bahan pakan lain yang sering digunakan sebagai bahan pakan penyusun ransum ayam pedaging (jagung dan bungkil kedelai).

Sebagai bahan pakan lokal yang mudah ditemui, dedak padi banyak digunakan oleh para peternak unggas di Indonesia. Penggunaan dedak padi sebagai bahan pakan utama dalam ransum unggas harus diperhatikan karena adanya zat antinutrisi asam fitat sehingga suplementasi fitase dalam ransum mengandung dedak padi menjadi salah satu cara yang tepat. Beberapa hasil percobaan menunjukkan bahwa penambahan fitase ke dalam ransum unggas yang mengandung dedak padi tinggi dapat memecah ikatan fitat dalam saluran pencernaan sehingga absorpsi mineral, asam amino dan protein menjadi meningkat (Cowieson et al. 2006a; Adeola & Walk 2013). Tabel 5 menunjukkan beberapa hasil penelitian mengenai pemanfaatan fitase dalam ransum ayam pedaging yang mengandung dedak padi tinggi yang sudah dilakukan di Indonesia. Tabel 5 menunjukkan bahwa suplementasi fitase memberikan dampak positif terhadap peningkatan kinerja pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan. Hal tersebut menunjukkan bahwa suplementasi fitase mampu menekan efek negatif asam fitat yang terkandung dalam dedak padi.

KESIMPULAN

Penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging menjadi solusi untuk meningkatkan ketersediaan zat gizi dalam ransum karena fitase mampu meningkatkan pencernaan zat gizi, seperti protein, asam amino, karbohidrat, mineral serta penggunaan energi ransum. Penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging juga meningkatkan efisiensi ekonomi dengan menekan pengeluaran biaya untuk penambahan bahan pakan sumber mineral fosfor. Selain itu, penggunaan fitase

juga bermanfaat untuk menekan polusi fosfor pada lingkungan, dengan menekan keluarnya fosfor melalui feses ternak ayam yang umum digunakan sebagai pupuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeola O, Cowieson AJ. 2011. Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *J Anim Sci.* 89:3189-218.
- Adeola O, Walk CL. 2013. Linking ileal digestible phosphorus and bone mineralization in broiler chickens fed diets supplemented with phytase and highly soluble calcium. *Poult Sci.* 92:2109-2117.
- Afsharmanesh M, Scott TA, Silversides FG. 2008. Effect of wheat type, grinding, heat treatment, and phytase supplementation on growth efficiency and nutrient utilization of wheat-based diets for broilers. *Can J Anim Sci.* 88:57-64.
- Agbede JOO, Kluth H, Rodehutsord M. 2010. Studies on the effects of microbial phytase on amino acid digestibility and energy metabolisability in caecectomised laying hens and the interaction with the dietary phosphorus level. *Br Poult Sci.* 50:583-591.
- Amerah AM, Plumstead PW, Barnard LP, Kumar A. 2014. Effect of calcium level and phytase addition on ileal phytate degradation and amino acid digestibility of broilers fed corn-based diets. *Poult Sci.* 93:906-915.
- Assuena V, Junqueira OM, Duarte KF, Laurentiz AC, Filardi RS, Sgavioli S. 2009. Effect of dietary phytase supplementation on the performance, bone densitometry, and phosphorus and nitrogen excretion of broilers. *Rev Bras Ciência Avícola.* 11:25-30.
- Beutler AL. 2009. The efficacy of Quantum™ phytase in laying hens fed corn-soybean meal based diets [Thesis]. [Saskatoon (Canada)]: University of Saskatchewan.
- Bougouin A, Appuhamy JADRN, Kebreab E, Dijkstra J, Kwakkel RP, France J. 2014. Effects of phytase supplementation on phosphorus retention in broilers and layers: A meta-analysis. *Poult Sci.* 93:1981-1992.
- Centeno C, Arija I, Viveros A, Brenes A. 2007. Effects of citric acid and microbial phytase on amino acid digestibility in broiler chickens. *Br Poult Sci.* 48:469-479.

- Costa FGP, Goulart CC, Figueiredo DF, Oliveria FS, Silva JHV. 2008. Economic and environmental impact of using exogenous enzymes on poultry feeding. *Inter J Poult Sci.* 7:311-314.
- Coulbaly A, Kouakou B, Chen J. 2011. Phytic acid in cereal grains, healthy or harmful ways to reduce phytic acid in cereal grains and their effects on nutritional quality. *Am J Plant Nutr Fertil Technol.* 1:1-22.
- Cowieson AJ, Wilcock P, Bedford MR. 2011. Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics. *Worlds Poult Sci J.* 67:225-236.
- Cowieson AJ, Acamovic T, Bedford MR. 2006a. Phytic acid and phytase: Implications for protein utilization by poultry. *Poult Sci.* 85:878-885.
- Cowieson AJ, Acamovic T, Bedford MR. 2006b. Supplementation of corn-soy-based diets with an *Escherichia coli*-derived phytase: Effects on broiler chick performance and the digestibility of amino acids and metabolizability of minerals and energy. *Poult Sci.* 85:1389-1397.
- Cowieson AJ, Ravindran V, Selle PH. 2008. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acid flows in broiler chickens. *Poult Sci.* 87:2287-2299.
- Cowieson AJ, Ravindran V. 2007. Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens. *Bri J Nut.* 98:745-752.
- Driver JP, Atencio A, Edwards HM, Pesti GM. 2006. Improvements in nitrogen-corrected apparent metabolizable energy of peanut meal in response to phytase supplementation. *Poult Sci.* 85:96-99.
- El-Deek AA, Osman M, Yakout HM, Yahya E. 2009. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary corn gluten meal levels. *Egypt Poult Sci J.* 29:77-97.
- El-Husseiny OM, Abou El-Wafa S, Shaban M. 2006. Influence of dietary phytase on broilers performance fed low-phosphorus corn/soybean or sunflower diets based on digestible or deficient amino acids. *Egypt Poult Sci J.* 26:427-454.
- Ghazalah AA, Abd-Elsamee MO, El-Manyalawi MAE, Eman S, Moustafa. 2006. Response of broiler chicks to microbial phytase supplementation in diets differ in available phosphorus sources and levels. *Egypt Poult Sci J.* 26:1321-1341.
- Greiner ME, Böhmman T, Krcmar H. 2007. A strategy for knowledge management. *J Knowl Manag.* 11:3-15.
- Greiner R, Farouk AE. 2007. Purification and characterization of a bacterial phytase whose properties make it exceptionally useful as a feed supplement. *Protein J.* 26:467-474.
- Greiner R, Konietzny U. 2006. Phytase for food application. *Food Technol Biotechnol.* 44:125-140.
- Guo Y, Shi Y, Li F, Chen J, Zhen C, Hao Z. 2009. Effects of sodium gluconate and phytase on performance and bone characteristics in broiler chickens. *Anim Feed Sci Technol.* 150:270-282.
- Hidayat C, Sumiati, Iskandar S. 2014. Respon pertumbuhan ayam lokal Sentul G-3 terhadap ransum berkadar dedak tinggi yang diberi suplementasi enzim fitase dan ZnO. *JITV.* 19:193-202.
- Johnson LA, Deep A, Classen H. 2014. Digestibility and performance responses of broiler chickens fed a pea-based diet with different levels of dietary microbial phytase. *Univ Saskatchewan Undergrad Res J.* 2014:39-44.
- Jongbloed AW, Thissen JTNM. 2010. Meta analysis on quantification of the effect of microbial phytase on the availability of copper and zinc in growing pigs and broilers. Internal Report 201003. Wageningen (Netherlands): Wageningen UR Livestock Research.
- Jones CK, Tokach MD, Dritz SS, Ratliff BW, Horn NL, Goodband RD, DeRouchey JM, Sulabo RC, Nelssen JL. 2010. Efficacy of different commercial phytase enzymes and development of an available phosphorus release curve for *Escherichia coli*-derived phytases in nursery pigs. *J Anim Sci.* 88:3631-3644 doi:10.2527/jas.2010-2936.
- Kathirvelan C, Janani SR, Ramesh J, Pur Ushothaman MR. 2015. Significance of usage of phytase in poultry nutrition. *Int J Sci Env Tech.* 4:1214-1217.
- Khalid MF, Hussain M, Rehman AU, Shahzad MA, Sharif M, Rahman ZU. 2013. Broiler performance in response to phytate and supplemented phytase. *Iran J Appl Anim Sci.* 3:1-12.
- Khan SA, Chaudhry HR, Mustafa YS, Jameel T. 2013. The effect of phytase enzyme on the performance of broilers. *Biol Pakistan.* 59:99-106.
- Khattak FM, Pasha TN, Hayat Z, Mahmud A. 2006. Enzymes in poultry nutrition. *J Anim Pl Sci.* 16:1-7.
- Kumar V, Sinha AK, Makkar HPS, Becker K. 2010. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *Food Chem.* 120:945-959.
- Lei XG, Porres JM, Mullaney EJ, Brinch-Pedersen H. 2007. Phytase: Source, structure, and application. In: Polaina J, Maccabe AP, editors. *Ind Enzym Struct Funct Appl.* New York (US): Springer. p. 505-529.
- Liu N, Ru YJ, Li FD, Cowieson AJ. 2008. Effect of diet containing phytate and phytase on the activity and messenger ribonucleic acid expression of carbohydrase and transporter in chickens. *J Anim Sci.* 86:3432-3439.
- Mittal A, Singh G, Goyal V, Yadav A, Aneja KR, Gautam SK, Aggarwal NK. 2011. Isolation and biochemical characterization of acido-thermophilic extracellular phytase producing bacterial strain for potential application in poultry feed. *Jundishapur J Microbiol.* 4: 273-282.

- Mondal MK, Panda S, Biswas P. 2007. Effect of microbial phytase in soybean meal based broiler diets containing low phosphorous. *Int J Poult Sci.* 6:201-206.
- Noureddini H, Dang J. 2009. Degradation of phytates in distillers' grains and corn gluten feed by *Aspergillus niger* phytase. *Appl Biochem Biotechnol.* 159:11-23.
- Nourmohammadi R, Hosseini SM, Farhangfar H. 2010. Influence of citric acid and microbial phytase on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *AJAVS.* 5:282-288.
- Oduguwa OO, Pirgozliev V, Acamovic T. 2007. Energy metabolisability and digestibility of amino acids by broilers fed on malted sorghum sprouts supplemented with polyethylene glycol, charcoal, phytase and xylanase. *Br Poult Sci.* 48:55-63.
- Olukosi OA, Cowieson AJ, Adeola O. 2008. Influence of enzyme supplementation of maize-soyabean meal diets on carcass composition, whole-body nutrient accretion and total tract nutrient retention of broilers. *Br Poult Sci.* 49:436-45.
- Olukosi OA, Bolarinwa OA, Cowieson AJ, Adeola O. 2012. Marker type but not concentration influenced apparent ileal amino acid digestibility in phytase-supplemented diets for broiler chickens and pigs. *J Anim Sci.* 90:4414-4420.
- Panda AK, Rao SVR, Raju MVLN, Gauja SS, Bhanja SK. 2007. Performance of broiler chickens fed low non-phytate phosphorus diets supplemented with microbial phytase. *Poult Sci.* 44:258-264.
- Peter CM, Parr TM, Parr EN, Webel DM, Baker DH. 2001. The effects of phytase on growth performance, carcass characteristics, and bone mineralization of late-finishing pigs fed maize-soyabean meal diets containing no supplemental phosphorus, zinc, copper and manganese. *Anim Feed Sci Technol.* 94:199-205.
- Pillai PB, O'Connor-Dennie T, Owens CM, Emmert JL. 2006. Efficacy of an *Escherichia coli* phytase in broilers fed adequate or reduced phosphorus diets and its effect on carcass characteristics. *Poult Sci.* 85:1737-1745.
- Pirgozliev V, Bedford MR, Acamovic T, Mares P, Allymehr M. 2011. The effects of supplementary bacterial phytase on dietary energy and total tract amino acid digestibility when fed to young chickens. *Br Poult Sci.* 52:245-254.
- Pirgozliev V, Oduguwa O, Acamovic T, Bedford MR. 2008. Effects of dietary phytase on performance and nutrient metabolism in chickens. *Br Poult Sci.* 49:144-154.
- Plumstead PW, Leytem AB, Maguire RO, Spears JW, Kwanyuen P, Brake J. 2008. Interaction of calcium and phytate in broiler diets. 1. Effects on apparent prececal digestibility and retention of phosphorus. *Poult Sci.* 87:449-458.
- Ravindran V, Morel PC, Partridge GG, Hruby M, Sands JS. 2006. Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. *Poult Sci.* 85:82-89.
- Rezaei M, Borbor S, Zaghari M, Teimouri A. 2007. Effect of phytase supplementation on nutrients availability and performance of broiler chicks. *Int J Poult Sci.* 6:55-58.
- Roland DA. 2006. Comparison of nathuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. *Poult Sci Assoc.* 22:102-108.
- Saad N, Esa NM, Ithnin H, Shafie NH. 2011. Optimization of optimum condition for phytic acid extraction from rice bran. *African J Plant Sci.* 5:168-176.
- Santos FR, Hruby M, Pierson EEM, Remus JC, Sakomura NK. 2008. Effect of phytase supplementation in diets on nutrient digestibility and performance in broiler chicks. *J Appl Poult Res.* 17:191-201.
- Schlegel P, Nys Y, Jondreville C. 2009. Zinc availability and digestive zinc solubility in piglets and broilers fed diets varying in their phytate contents, phytase activity and supplemented zinc source. *Animal.* 4:200-209.
- Selle PH, Cowieson AJ, Cowieson NP, Ravindran V. 2012. Protein-phytate interactions in pig and poultry nutrition: A reappraisal. *Nutr Res Rev.* 25:1-17.
- Selle PH, Cowieson AJ, Ravindran V. 2009. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livest Sci.* 124:126-141.
- Selle PH, Creswell DC, Cadogan DJ, Partridge GG, Scott T. 2006a. Phytase supplementation of wheat-based broiler diets reduces dependence on meat-and-bone meal. *J Poult Sci.* 43:330-338.
- Selle PH, Ravindran V, Bryden WL, Scott T. 2006b. Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in poultry: A review. *J Poult Sci.* 43:89-103.
- Selle PH, Ravindran V. 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. *Anim Feed Sci Technol.* 135:1-41.
- Setiawati D, Sukanto B, Wahyuni HI. 2015. Deposisi P tulang ayam *broiler* diberi ransum dengan penambahan enzim fitase pada kadar protein berbeda. *Bul Nutr Makanan Ternak.* 11:1-6.
- Setyatwan H. 2005. Pengaruh suplementasi fitase, seng oksida (ZnO) dan tembaga sulfat (CuSO₄) terhadap performans ayam *broiler*. *J Ilmu Ternak.* 5:58-63.
- Singh J, Sikka SS. 2006. Effect of phytase supplementation at different Ca:P ratios of the growth performance of broiler chicks. *Indian J Poult Sci.* 41:159-164.
- Singh PK. 2008. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: A review. *Worlds Poult Sci J.* 64:553-577.
- Slominski BA, Davie T, Nyachoti MC, Jones O. 2007. Heat stability of endogenous and microbial phytase during feed pelleting. *Livest Sci.* 109:244-246.

- Stefanello C, Vieira SL, Santiago GO, Kindlein L, Sorbara JOB, Cowieson AJ. 2015. Starch digestibility, energy utilization, and growth performance of broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. *Poult Sci.* 94:2472-2479.
- Steiner T, Mosenthin R, Zimmermann B, Greiner R, Roth S. 2007. Distribution of phytase activity, total phosphorus and phytate phosphorus in legume seeds, cereals and cereal by-products as influenced by harvest year and cultivar. *Anim Feed Sci Technol.* 133:320-334.
- Tahir M, Shim MY, Ward NE, Smith C, Foster E, Guney A. C, Pesti GM. 2012. Phytate and other nutrient components of feed ingredients for poultry. *Poult Sci.* 91:928-935.
- Tirajoh S, Piliang WG, Ketaren PP. 2010. Suplementasi enzim pemecah serat dan fitase terhadap performans ayam *broiler*. *JITV.* 15:40-46.
- Toth JD, Dou Z, Ferguson JD, Galligan DT, Ramberg CF. 2006. Nitrogen vs phosphorus-based dairy manure applications to field crops: Nitrate and phosphorus leaching and soil phosphorus accumulation. *J Environ Qual.* 35:2302-2312.
- Truong HH, Liu SY, Selle PH. 2015. Phytase influences the inherently different starch digestive dynamics of wheat and maize-based broiler diets. *Australas Poult Sci Symp.* 26:126-129.
- Truong HH, Yu S, Peron A, Cadogan DJ, Khoddami A, Roberts TH, Liu SY, Selle PH. 2014. Phytase supplementation of maize, sorghum and wheat-based broiler diets with identified starch pasting properties influences phytate (IP6) and sodium jejunal and ileal digestibility. *Anim Feed Sci Technol.* 198:248-256.
- Woyengo TA, Cowieson AJ, Adeola O, Nyachoti CM. 2009. Ileal digestibility and endogenous flow of minerals and amino acids: responses to dietary phytic acid in piglets. *Br J Nutr.* 102:428-433.
- Woyengo TA, Guenter W, Sands JS, Nyachoti CM, Mirza MA. 2008. Nutrient utilisation and performance responses of broilers fed a wheat-based diet supplemented with phytase and xylanase alone or in combination. *Anim Feed Sci Technol.* 146:113-123.
- Woyengo TA, Nyachoti CM. 2013. Review: Anti-nutritional effects of phytic acid in diets for pigs and poultry current knowledge and directions for future research. *Can J Anim Sci.* 93:9-21.
- Wu P, Tian JC, Walker CE, Wang FC. 2009. Determination of phytic acid in cereals - A brief review. *Int J Food Sci Technol.* 44:1671-1676.