

EFEK PENAMBAHAN UMBI BUNGA DAHLIA SEBAGAI SUMBER INULIN TERHADAP KECERNAAN PROTEIN DAN PRODUKTIVITAS AYAM LOKAL PERSILANGAN

Effect of Dahlia Tuber supplementation as Inulin Source on Protein Digestibility and Productivity of Crossbred Local Chicken

Anhar Faisal Fanani¹, Nyoman Suthama², dan Bambang Sukamto²

¹Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulama, Sukadana

²Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: anharfaisalf@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian bertujuan mengevaluasi pemberian tepung dan ekstrak umbi bunga dahlia sebagai sumber prebiotik inulin terhadap pencernaan protein dan produktivitas ayam lokal persilangan. Sebanyak 280 ekor ayam lokal persilangan (*unsex*) umur 22 hari bobot $180,46 \pm 1,21$ g dibagi dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan, masing-masing 10 ekor, dan diberi perlakuan selama 8 minggu. Perlakuan yang diuji sebagai berikut: T0 (ransum basal), T1 (T0 + tepung umbi dahlia 0,4%), T2 (T0 + tepung umbi dahlia 0,8%), T3 (T0 + tepung umbi dahlia 1,2%), T4 (T0 + ekstrak umbi dahlia 0,39%), T5 (T0 + ekstrak umbi dahlia 0,78%), T6 (T0 + ekstrak umbi dahlia 1,17%). Variabel yang diamati yaitu pencernaan protein, *short chain fatty acid* (SCFA), massa kalsium daging (MKD), massa protein daging (MPD) dan bobot badan. Data dianalisis dengan analisis varian dan dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian umbi bunga dahlia baik tepung maupun ekstrak nyata ($P < 0,05$) meningkatkan pencernaan protein, kadar SCFA dan bobot badan. Perlakuan T2 sampai T6 nyata ($P < 0,05$) meningkatkan MKD, tetapi tidak terhadap MPD. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa pemberian tepung 1,2% dan ekstrak 1,17% sebagai sumber inulin meningkatkan pencernaan protein dan produktivitas ayam lokal persilangan.

Kata kunci: inulin, umbi dahlia, ayam lokal persilangan

ABSTRACT

The research was aimed to evaluate feeding effect of powder and extract of dahlia tuber as a sources of inulin prebiotic on protein digestibility and productivity of crossbred local chicken. A total of 280 unsex local crossbred chicken with the age of 22 days and average weight of $180,46 \pm 1,21$ g was assigned in a completely randomized design with 7 treatments and 4 replications (10 birds each). Dietary treatments consist of T0 (basal ration), T1 (T0 + 0.4% dahlia powder), T2 (T0 + 0.8% dahlia powder), T3 (T0 + 1.2% dahlia powder), T4 (T0 + 0.39% dahlia extract), T5 (T0 + 0.78% dahlia extract), T6 (T0 + 1.17% extract dahlia). Treatment was conducted for 8 consecutive weeks. Variables observed were protein digestibility, short chain fatty acid (SCFA), muscle protein mass, muscle calcium mass, and body weight. The data were analyzed using ANOVA and followed by Duncan test at the level of 5%. The results showed that feeding inulin in the form of powder or extract of dahlia tuber significantly ($P < 0.05$) increased protein digestibility, SCFA level, and body weight. Treatments T2 until T6 significantly ($P < 0.05$) increased muscle calcium mass but did not increase muscle protein mass. In conclusion, the used of 1.2% dahlia powder and 1.17% extract dahlia tuber as an inulin source increase protein digestibility and productivity of crossbred local chicken.

Key words: inulin, dahlia tuber, crossbred local chicken

PENDAHULUAN

Antibiotik merupakan bahan pakan tambahan yang sejak lama dipakai sebagai pemacu pertumbuhan untuk meningkatkan produktivitas ternak. Namun, dampak negatif penggunaan antibiotik dapat menyebabkan resistensi terhadap mikroba terutama bakteri patogen, seperti *Escherichia coli*, *Streptococcus*, dan *Salmonella* (Boguslawska-Tryk *et al.*, 2012). Antibiotik juga dapat menyebabkan residu pada produk unggas yang tidak ramah kesehatan bagi konsumen. Oleh karena itu, perlu alternatif pengganti antibiotik yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan residu. Beberapa bahan pakan tambahan yang dilaporkan dapat memberikan dampak menguntungkan bagi ternak adalah prebiotik, asam organik, dan probiotik (Griggs dan Jacob, 2005).

Prebiotik merupakan bahan pakan tambahan yang memberikan keuntungan dan tidak dapat tercerna hewan inang, serta secara selektif menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas bakteri nonpatogen dalam saluran pencernaan (Roberfroid, 2007). Menurut Gibson *et al.* (2004) keberadaan mikroba menguntungkan

dalam saluran pencernaan sangat penting dipertahankan karena mempunyai efek kesehatan yang luas pada inangnya, diantaranya memperbaiki sistem imun, mempertinggi pencernaan dan penyerapan, mensintesis vitamin dan dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen. Beberapa jenis prebiotik yang dapat digunakan pada ternak unggas adalah inulin, *fructo oligosaccharide* (FOS), dan *galacto oligosaccharide* (GOS) (Azhar, 2009).

Inulin merupakan monomer fruktosa yang dihubungkan oleh β (2-1) fruktosil yang menyebabkan inulin tidak terdegradasi oleh enzim pencernaan ternak inang (Meyer dan Stasse-Wolthuis, 2009). Wong *et al.* (2006) menyatakan bahwa produk hasil fermentasi prebiotik oleh bakteri di dalam saluran pencernaan unggas berupa *short chain fatty acid* (SCFA) yang terdiri atas asetat, propionat, dan butirat. Prebiotik inulin terdapat pada beberapa tanaman, antara lain adalah ekstrak umbi bunga dahlia yang mengandung inulin sebesar 78,21% (Zubaidah dan Akhadiana, 2013). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dengan memanfaatkan aditif berasal dari tanaman tanpa

antibiotik, sehingga dapat memberikan kontribusi pada kesehatan produk unggas. Kajian yang dilakukan pada penelitian adalah menggunakan umbi bunga dahlia dalam bentuk tepung dan ekstrak sebagai sumber prebiotik inulin pada ayam lokal persilangan terhadap pencernaan protein dan produktivitas. Umbi bunga dahlia sebagai sumber inulin diharapkan dapat menjadi ransum fungsional untuk unggas terutama ayam.

MATERI DAN METODE

Ternak Percobaan

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayam lokal persilangan (ayam lokal jantan dengan ayam niaga petelur betina) umur 22 hari sebanyak 280 ekor (*unsex*) dengan bobot badan rata-rata $180,46 \pm 1,21$ g yang dipelihara selama 8 minggu. Pemeliharaan dilakukan di kandang digesti Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro menggunakan kandang individu dengan ukuran 30x20x25 cm.

Ransum Percobaan

Prebiotik inulin dari tepung dan ekstrak umbi bunga dahlia dicampurkan dalam sedikit ransum pada pagi hari sampai habis dikonsumsi dan dilanjutkan dengan pemberian ransum tanpa perlakuan, serta pemberian air minum secara *ad libitum*. Proses ekstraksi umbi bunga dahlia berdasarkan modifikasi metode Azhar (2009) dan Ma'aruf *et al.* (2011). Hasil analisis kadar inulin tepung dan ekstrak umbi bunga dahlia dengan *uji high-performance liquid chromatography* (HPLC) masing-masing sebesar 86,27 dan 88,95%. Ransum yang digunakan terdiri atas jagung giling, dedak padi halus, tepung ikan, bungkil kedelai, kalsium karbonat (CaCO_3), dan campuran vitamin-mineral non-antibiotik seperti yang disajikan pada Tabel 1. Ransum *starter* dengan kadar protein kasar 19,46% diberikan umur 1-45 hari dan ransum *finisher* dengan protein kasar 17,56% dari umur 46-77 hari.

Tabel 1. Bahan penyusun ransum dan kandungan nutrisi periode *starter* dan *finisher*

Bahan penyusun ransum:	Starter	Finisher
Jagung kuning	51,30	47,00
Bekatul	15,00	25,00
Bungkil kedelai	22,50	18,00
Tepung ikan	10,00	8,00
CaCO_3	0,70	1,20
Vitamin dan mineral	0,50	0,80
Total	100,00	100,00
Kandungan nutrisi:		
Energi metabolisme (kkal/kg)	2.821,89	2.872,80
Protein kasar (%)	19,46	17,56
Lemak kasar (%)	4,99	5,75
Serat kasar (%)	4,81	5,94
Metionin (%)	0,44	0,39
Lisin (%)	1,26	1,08
Arginin (%)	1,39	1,23
Kalsium (%)	1,02	1,01
Fosfor (%)	0,66	0,64

Bahan pakan dianalisis di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

Rancangan Percobaan, Perlakuan, dan Analisis Statistik

Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan, masing-masing terdiri atas 10 ekor. Perlakuan penelitian adalah sebagai berikut: ransum basal sebagai kontrol (T0), T0 + tepung umbi dahlia 0,4% (T1), T0 + tepung umbi dahlia 0,8% (T2), T0 + tepung umbi dahlia 1,2% (T3), T0 + ekstrak umbi dahlia 0,39% (T4), T0 + ekstrak umbi dahlia 0,78% (T5), T0 + ekstrak umbi dahlia 1,17% (T6).

Parameter penelitian adalah pencernaan protein, kadar *short chain fatty acid* (SCFA) meliputi asetat, propionat, dan butirat, serta produktivitas meliputi massa kalsium daging (MKD), massa protein daging (MPD) dan bobot badan akhir. Pencernaan protein berdasarkan *total collection methods*, yaitu dilakukan koleksi ekskreta selama tiga hari berturut-turut, serta dikoreksi endogen pada hari kedua yang diperoleh dengan cara koleksi ekskreta pada ayam tanpa pemberian ransum. Perhitungan pencernaan protein diukur menurut Ensminger *et al.* (1990) sebagai berikut :

$$\text{Kecernaan protein (\%)} = \frac{\text{konsumsi PK} - (\text{PK ekskreta} - \text{PK ekskreta endogen})}{\text{konsumsi PK}} \times 100\%$$

Kadar SCFA diukur berdasarkan metode Henningsson *et al.* (2002). Sampel dari isi saluran pencernaan pada sekum disentrifugasi pada kecepatan 1.500 rpm selama 15 menit untuk memisahkan endapan. Kadar SCFA diukur dari supernatan dianalisis menggunakan kromatografi gas. Massa kalsium dan protein daging diukur dengan cara menganalisis kadar kalsium dan protein daging campuran pada bagian dada, paha, dan sayap yang dihaluskan terlebih dahulu. Kadar protein daging dianalisis dengan metode mikro Kjeldhal menurut metode Sudarmaji *et al.* (2007), sedangkan analisis kadar kalsium daging dengan metode *atomic absorption spectrophotometry* (AAS). Massa kalsium dan protein daging dihitung berdasarkan petunjuk Suthama (2003) sebagai berikut: massa protein/kalsium (g) = kadar protein/kalsium (%) x bobot daging (g). Data diolah dengan analisis varian dan dilanjutkan dengan Uji Duncan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecernaan Protein dan Hasil Metabolit karena Pemberian Umbi Bunga Dahlia

Perbaikan pencernaan protein ayam lokal persilangan diusahakan dengan manipulasi pakan menggunakan tepung dan ekstrak umbi bunga dahlia seperti disajikan pada Tabel 2. Pemberian bentuk tepung maupun ekstrak ternyata mampu memperbaiki pencernaan nutrisi, terutama protein dan ditunjang oleh kadar SCFA secara nyata ($P < 0,05$) akibat prebiotik inulin asal umbi bunga dahlia. Pencernaan protein sangat erat hubungannya dengan kesehatan saluran pencernaan akibat pemberian inulin yang dapat dimanfaatkan bakteri asam laktat (BAL) yang menghasilkan SCFA sebagai produk akhir.

Xu *et al.* (2003) dan Yang *et al.* (2008) menyatakan bahwa kondisi saluran pencernaan yang lebih sehat dapat meningkatkan sekresi enzim pencernaan yang berdampak pada ketersediaan nutrisi lebih efisien untuk menunjang produktivitas ternak.

Asetat, propionat, dan butirat yang meningkat merupakan SCFA yang menjadi indikator hasil aktivitas prebiotik asal umbi bunga dahlia dapat dimanfaatkan oleh BAL. Prebiotik inulin tidak dapat terdegradasi oleh enzim saluran pencernaan karena memiliki struktur kimia β 2,1 fruktosil, namun bakteri alami saluran pencernaan yang menguntungkan dapat mendegradasi inulin melalui dua fase. Pertama, mikroba menghidrolisis inulin dengan menghasilkan enzim beta oksidase menjadi monomer dan selanjutnya fase kedua, monomer difermentasi menghasilkan SCFA dan zat metabolit lainnya (Sabater *et al.*, 2009). Akibat produksi SCFA oleh BAL menyebabkan suasana usus menjadi asam sehingga mendukung aktivitas BAL untuk tumbuh dan berkembang, serta menyebabkan aktivitas bakteri patogen menjadi terhambat. Keadaan ini menguntungkan bagi kesehatan saluran pencernaan inang yang pada akhirnya meningkatkan pencernaan protein (Tabel 2). Menurut Mountzouris *et al.* (2010) dan Hendalia *et al.* (2012) bakteri yang menguntungkan tersebut dapat mengubah komposisi mikroba di dalam saluran pencernaan, memperbaiki fungsi, dan kesehatan usus yang berefek meningkatkan penyerapan nutrisi tanpa mengakibatkan adanya residu pada ternak. Biggs *et al.* (2007), melaporkan bahwa pemberian prebiotik pada ayam broiler mampu memperbaiki ekologi mikroba usus dan penyerapan nutrisi termasuk asam amino.

Perlakuan dengan pemberian inulin dari ekstrak umbi bunga dahlia paling tinggi (T6) menghasilkan pencernaan protein dan SCFA nyata paling tinggi. Oleh karena pencernaan pada unggas berlangsung dengan

cepat, sehingga pemberian dalam bentuk ekstrak lebih cepat dan mudah dimanfaatkan BAL dalam saluran pencernaan yang didukung data bahwa BAL pada duodenum untuk T0 sebesar $1,18 \times 10^3$ cfu/ml menjadi $2,5 \times 10^4$ cfu/ml pada perlakuan T6 (Krismiyo, data belum dipublikasikan). Derajat polimerisasi (DP) dan kadar tanin pada ekstrak yang rendah turut memengaruhi hal tersebut. Menurut Loo (2007), inulin dengan DP <10 cepat difermentasi dan berinteraksi secara selektif oleh bakteri usus. Proses ekstraksi tepung umbi bunga dahlia menyebabkan kandungan prebiotik inulin dengan DP <10 pada ekstrak lebih tinggi dari pada tepung umbi bunga dahlia karena sifatnya yang mudah larut akibat proses ekstraksi.

Pengaruh Produktivitas dengan Pemberian Umbi Bunga Dahlia

Massa kalsium daging (MKD) dan bobot badan akhir karena pemberian tepung dan ekstrak nyata ($P < 0,05$) meningkat dibandingkan (T0) kontrol (Tabel 3). Namun dalam bentuk tepung menunjukkan pola berbeda yaitu T1 sama dengan T0, sedangkan perlakuan tepung lainnya nyata lebih tinggi. Pemberian tepung level rendah (T1) mempunyai kontribusi inulin paling sedikit, sehingga yang dapat dimanfaatkan oleh BAL juga sedikit, akhirnya menghasilkan pH yang relatif sama, yaitu 6,1 vs. 5,7 (Krismiyo, data belum dipublikasikan). Oleh karena tidak adanya perubahan pH, sangat mungkin terjadi penyerapan Ca yang sama pula, karena efektif dalam suasana asam akhirnya menghasilkan MKD yang sama.

Pada perlakuan lain, baik tepung maupun ekstrak dapat meningkatkan MKD, khususnya perlakuan T6 menunjukkan nilai paling tinggi (Tabel 3). Selain asam laktat, hasil metabolit mikroba juga berupa SCFA yang menyebabkan kondisi asam dengan menurunkan pH

Tabel 2. Rataan pencernaan protein kasar (KcPK) dan kadar (*short chain fatty acid* (SCFA), asetat, propionat, dan butirat)

Perlakuan	Parameter			
	KcPK %	Asetat	Propionat mMol/l	Butirat
T0	66,22 $\pm$ 3,25 ^d	14,66 $\pm$ 1,24 ^d	3,60 $\pm$ 0,87 ^d	3,51 $\pm$ 0,64 ^c
T1	74,99 $\pm$ 3,83 ^c	20,84 $\pm$ 3,72 ^b	4,52 $\pm$ 0,74 ^{cd}	5,21 $\pm$ 0,97 ^b
T2	76,84 $\pm$ 3,34 ^{bc}	17,69 $\pm$ 1,02 ^{cd}	5,11 $\pm$ 0,68 ^{bc}	5,92 $\pm$ 0,88 ^{ab}
T3	79,51 $\pm$ 1,46 ^b	21,11 $\pm$ 2,77 ^b	5,65 $\pm$ 1,04 ^{ab}	5,45 $\pm$ 1,56 ^{ab}
T4	78,87 $\pm$ 4,04 ^{bc}	20,69 $\pm$ 1,20 ^{bc}	4,58 $\pm$ 0,57 ^{cd}	5,34 $\pm$ 0,94 ^{ab}
T5	78,10 $\pm$ 4,96 ^{bc}	23,08 $\pm$ 2,32 ^{ab}	5,20 $\pm$ 0,46 ^{bc}	5,27 $\pm$ 0,61 ^{ab}
T6	84,59 $\pm$ 1,50 ^a	24,38 $\pm$ 2,67 ^a	6,37 $\pm$ 1,10 ^a	6,45 $\pm$ 1,58 ^a

^{a, b}Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Tabel 3. Rataan massa kalsium daging (MKD), massa protein daging (MPD), dan bobot akhir ayam lokal persilangan

Perlakuan	Parameter		
	MKD (mg)	MPD	Bobot Akhir (g)
T0	49,12 $\pm$ 4,22 ^c	48,85 $\pm$ 6,53	894,19 $\pm$ 40,76 ^d
T1	51,08 $\pm$ 2,36 ^{bc}	50,83 $\pm$ 6,38	999 $\pm$ 15,21 ^c
T2	56,53 $\pm$ 5,90 ^{ab}	50,42 $\pm$ 5,02	1.011,50 $\pm$ 21,15 ^{bc}
T3	55,32 $\pm$ 3,23 ^{ab}	51,64 $\pm$ 3,74	1.032,15 $\pm$ 58,88 ^{abc}
T4	54,27 $\pm$ 4,87 ^{ab}	51,42 $\pm$ 2,91	1.045 $\pm$ 32,94 ^{ab}
T5	55,01 $\pm$ 8,68 ^{ab}	52,02 $\pm$ 4,64	1047, 18 $\pm$ 26,68 ^{ab}
T6	58,47 $\pm$ 5,04 ^a	53,77 $\pm$ 4,95	1.066,50 $\pm$ 54,52 ^a

^{a, b}Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

saluran pencernaan, sehingga menyebabkan peningkatan penyerapan kalsium (Lopez *et al.*, 2000). Selain itu, peningkatan kecernaan protein (Tabel 2) mempunyai kontribusi sangat penting dalam penyerapan kalsium karena dapat mengikat kalsium yang disebut *calcium binding protein* (CaBP), sehingga kalsium yang diretensikan meningkat dari 0,64 g pada T0 menjadi 0,84 g pada perlakuan T6 (Putri, data belum publikasi). Coudray *et al.* (2003) melaporkan bahwa penggunaan prebiotik mampu meningkatkan penyerapan kalsium.

Massa kalsium daging mempunyai hubungan erat dengan massa protein daging (MPD), karena merupakan indikator dari ketersediaan Ca dalam daging yang dapat memengaruhi laju deposisi protein yang dalam penelitian ini disebut MPD. Kalsium dalam proses metabolisme, termasuk yang ditransportasi ke dalam jaringan, khususnya daging berada dalam tiga bentuk, yaitu Ca yang tidak dapat larut, ion Ca bebas, dan Ca terikat dengan protein (Pond *et al.*, 1995). Kalsium dalam daging meskipun dalam bentuk MKD konsentrasinya tinggi, namun kalau keberadaan Ca ion daging rendah dapat diasumsikan tidak mengganggu proses deposisi protein daging. Menurut Suthama (2004) peran Ca adalah sebagai aktivator enzim proteolitik daging atau disebut *calcium activated neutral protease* (CANP) yang berfungsi memicu degradasi protein daging. Tinggi rendahnya degradasi protein tergantung aktivitas CANP yang berkaitan dengan Ca dalam bentuk ion (Suzuki *et al.*, 1987). Tingginya aktivitas proteolitik CANP menyebabkan peningkatan laju degradasi protein yang pada akhirnya mengakibatkan deposisi protein berkurang atau apabila MKD tinggi, maka MPD rendah dan sebaliknya. Namun, hasil pada penelitian ini bahwa nilai MPD (Tabel 3) tidak dipengaruhi oleh peningkatan MKD begitu pun sebaliknya. Fenomena yang terjadi seperti telah dijelaskan sebelumnya, bahwa keberadaan kalsium dalam bentuk ion rendah, walaupun MKD tinggi sehingga tidak bersifat degradatif (Suthama, 1991).

Fenomena metabolisme kalsium di atas apabila dihubungkan dengan MPD ternyata menunjukkan pola yang berbeda, karena MKD meningkat nyata dengan MPD secara numerik sedikit meningkat (Tabel 3) akibat pemberian inulin, meskipun secara statistik tidak berbeda. Kondisi tersebut memberi bukti bahwa prebiotik inulin mampu meningkatkan laju sintesis protein daging karena terjadi perbaikan kecernaan nutrisi dibuktikan dengan peningkatan kecernaan protein (Tabel 2). Nilai kecernaan protein memiliki hubungan sangat dekat dengan proses deposisi protein, karena asupan protein merupakan substrat untuk deposisi protein yang dalam penelitian ini disebut MPD. Semakin meningkat asupan protein atau yang diserap dan dengan ion Ca rendah dalam daging, maka semakin banyak pula protein yang dimanfaatkan untuk dideposisikan dalam daging pada akhirnya meningkatkan bobot akhir (Tabel 3). Selain itu, faktor ketahanan tubuh yang dilihat dari rasio H/L juga turut berperan. Rasio H/L menurun nyata dengan nilai 0,89

pada kontrol menjadi 0,67 pada T6 (Fajrih, data belum dipublikasikan). Ketahanan tubuh yang baik menyebabkan protein tidak banyak yang dimanfaatkan untuk pembentukan antibodi dan perbaikan jaringan, sehingga lebih banyak yang dideposisikan dalam daging. Menurut Suthama (2003), massa protein daging meningkat bila sintesis protein melebihi degradasi, sehingga berdampak terhadap kemampuan peningkatan bobot badan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa pemberian tepung dan ekstrak umbi bunga dahlia sebagai sumber inulin terutama level tinggi (1,2% tepung dan 1,17% ekstrak) dapat meningkatkan kecernaan protein dan produktivitas ayam lokal persilangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada tim peneliti Legista Adhalina Putri, Lilik Krismiyanto, Muchamad Abdul Cholis, dan Nurul Fajrih atas kerjasamanya baik di dalam proses persiapan maupun implementasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, M. 2009. Inulin sebagai prebiotik. **J. Sainstek**. 12(1):23-26.
- Biggs, P., C.M. Parsons, and G.C. Fahey. 2007. Effects of several Oligosaccharides on growth performance, nutrient digestibilities and caecal microbial populations in young chicks. **Poult. Sci**. 86(11):2327-2336.
- Bogusławska-Tryk, M., A. Piotrowska, and K. Burlikowska. 2012. Dietary fructans and their potential beneficial influence on health and performance parameters in broiler chickens. **J. Cent. Europ. Agric**. 13(2):272-291.
- Coudray, C., J.C. Tressol, E. Gueux, and Y. Rayssiguier. 2003. Effects of inulin-type fructans of different chain length and type of branching on intestinal absorption and balance of calcium and magnesium in rats. **Europ. J. Nutr**. 42:91-98.
- Ensminger, M.E., J.E. Oldfield, and W.W. Heinemann. 1990. **Feed and Nutrition**. 2nd ed. The Ensminger Publishing Company, California.
- Gibson, G.R., H.M. Probert, J.V. Loo, R. A. Rastall, and M.B. Roberfroid. 2004. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Updating the concept of prebiotics. **Nutr. Res. Rev**. 17:259-275.
- Griggs, J.P. and Jacob, J.P. 2005. Alternatives to antibiotics for organic poultry production. **J. Appl. Poult. Res**. 14:750-756.
- Hendalia, E., F. Manin, Yusrizal, dan G.M. Nasution. 2012. Aplikasi probiotik untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pakan dan menurunkan emisi amonia pada broiler. **Agrinak**. 2(1):29-35.
- Henningson, Åsa M., I.M. E. Björck, E. Margareta, and G. L. Nyman. 2002. Combinations of indigestible carbohydrates affect short-chain fatty acid formation in the hindgut of rats. **J. Nutr**. 132(10):3098-3104.
- Loo, J.V. 2007. How chicory fructans contribute to zootechnical performance and well-being in livestock and companion animals. **J. Nutr**. 137(11):2594-2597.
- Lopez, H., C. Coudray, M. Levrat-Verny, C. Feillet-Coudray, C. Demigne, and C. Remesy. 2000. Fructooligosaccharides enhance mineral apparent absorption and counteract the deleterious effects of phytic acid on mineral homeostasis in rats. **J. Nutr. Biochem**. 11: 500-508.
- Ma'aruf, Y., M. Azhar, dan B. Oktavia. 2011. Penentuan Kadar RBB pada dye-inulin secara HPLC melalui pembentukan senyawa dye-inulin. **Laporan Penelitian**. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Padang. Padang.
- Meyer D. and M. Stasse-Wolthuis. 2009. The bifidogenic effect of inulin and oligofructose and its consequences for gut health. **Europ. J. Clin. Nutr**. 63:1277-1289.

- Mountzouris, K.C., P. Tsitsirikos, I. Palamidi, A. Arvaniti, M. Mohnl, G. Schatzmayr, and K. Fegeros. 2010. Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition. **Poult. Sci.** 89(1):58-67.
- Pond, W.G., D.C. Church, and K.R. Pond. 1995. **Basic Animal Nutrition and Feeding**. 4th ed. John Wiley and Sons, New York.
- Roberfroid, M. B. 2007. Prebiotics: the concept revisited. **J. Nutr.** 137(3):830-837.
- Sabater, M. M., E. Larque, F. Torella, and S. Zamora. 2009. Dietary fructooligosaccharides and potensial benefits on health. **J. Physiol. Biochem.** 65:315-328.
- Sudarmadji S., B. Haryono, dan Suhardi. 2007. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty Press. Yogyakarta.
- Suthama, N. 1991. Interaksi hormon tiroksin dan testosteron terhadap metabolisme protein pada ayam broiler yang diberi pakan berprotein tinggi. **Prosiding Seminar Nasional Usaha Peningkatan Produktivitas Peternakan dan Perikanan**. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suthama, N. 2003. Metabolisme protein pada ayam lokal periode pertumbuhan diberi ransum memakai dedak padi fermentasi. **J. Pengemb. Pet. Tropis**. Edisi khusus: 44-48.
- Suzuki, K.S. Ohno, Y. Emori, S. Inajoh, and H. Kawasaki. 1987. Calcium activated neutral protease (CANP) dan its biological and medical implications. **Clin. Biochem. J. Medical.** 5:44-63.
- Wong, J.M., R. De Souza, C.W. Kendall, A. Eman, and D.J. Jenkins. 2006. Colonic health: Fermentation and short chain fatty acids. **J. Clin. Gastro.** 40(2):235-243.
- Xu, Z.R., C.H. Hu, M.S. Xia, X.A. Zhan and M.Q. Wang. 2003. Effects of dietary fructooligosaccharides on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broiler. **Poult. Sci.** 82:1030-1036.
- Yang, Y., P.A. Iji, and M. Choct. 2009. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: A review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. **J. World's Poult. Sci.** 65(2):345-351.
- Zubaidah, E. and W. Akhadiana. 2013. Comparative study of inulin extracts from dahlia, yam, and gembili tubers as prebiotic. **Food Nutr. Sci.** 4:8-12.