

## EVALUASI SUPLEMENTASI SILICA+ DALAM JENIS RANSUM BERBEDA TERHADAP PERFORMA, RETENSI NUTRIEN DAN NILAI EKONOMIS RANSUM BROILER

### THE EVALUATION OF SILICA+ SUPPLEMENTATION IN DIFFERENT TYPE OF DIET ON PERFORMANCE, NUTRIENT RETENTION AND THE ECONOMIC VALUE OF BROILERS DIET

Irfan Anshory, Sumiati\*, dan Indah Wijayanti

Departemen Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 16680

Submitted: 13 May 2017, Accepted: 6 October 2017

#### INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi silica+ (Si) dalam jenis ransum berbeda terhadap performa, retensi nutrisi (energi, protein, lemak), dan nilai ekonomis ransum broiler. Enam pakan perlakuan diberikan di antaranya: 1. HN (*high nutrient*), 2. HN+Si, 3. LN (*low nutrient*), 4. LN+Si, 5. HNRB (*high nutrient contained rice bran*) dan 6. HNRB+Si. Sejumlah 1.440 ekor DOC CP707 tanpa sexing digunakan dalam rancangan acak lengkap yang terbagi dalam 6 perlakuan dan 6 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi silica+ pada jenis ransum HNRB dan LN tidak berpengaruh terhadap performa dan retensi nutrisi ransum. HNRB menghasilkan retensi lemak yang rendah, FCR yang tinggi selama periode starter, dan bobot badan yang rendah selama periode starter maupun grower ( $P < 0,05$ ). Ransum LN menghasilkan FCR yang tinggi selama periode starter ( $P < 0,05$ ), akan tetapi tidak berpengaruh terhadap bobot badan. Suplementasi silica+ pada ransum HN menurunkan FCR sebesar 8,09% selama periode grower ( $P < 0,05$ ), meningkatkan retensi lemak dan energi metabolis murni terkoreksi nitrogen (EMMn) berturut-turut sebesar 1,30% dan 4,41%. Secara umum suplementasi silica+ paling efektif diterapkan pada jenis ransum HN selama periode grower (umur 22 sampai 35 hari). HN+Si menghasilkan nilai ekonomis ransum yang tertinggi dengan peningkatan income over feed and chick cost (IOFCC) sebesar 11,07% dan penurunan relative feed cost (RFC) sebesar 4,16%.

(Kata kunci: Broiler, Feed additive, Rice bran, Silica+)

#### ABSTRACT

*This study aimed to evaluate the effect of silica+ supplementation (Si) in different types of diet on performance, nutrient retention (energy, protein, fat), and the economic value of broiler diet. The treatment diets are 1. HN (high nutrient), 2. HN+Si, 3. LN (low nutrient), 4. LN+Si, 5. HNRB (high nutrient contained rice bran) and 6. HNRB+Si. A number of 1440 unsexed day old chicks (CP707 strains) were arranged in a completely randomized design consisted of 6 treatments and each treatment was replicated six times. The results showed that silica+ supplementation in HNRB and LN diets did not affect the performance and nutrient retention. The HNRB diet produced low fat retention, high FCR during starter period, and lower body weight during starter and grower period ( $P < 0.05$ ). The LN diet resulted high FCR during starter period ( $P < 0.05$ ), however it had no effects on the body weight. Silica+ supplementation on HN diet decreased the FCR by 8.09% during the grower period ( $P < 0.05$ ). Besides, it increased the fat retention and true metabolizable energy corrected by nitrogen (TME<sub>n</sub>) by 1.30% and 4.41%, respectively. In general, silica+ supplementation was applied on the high nutrient diet during the grower period (22 to 35 days of ages) was effective. HN+Si produced the highest economic value diet in terms of income over feed and chick cost (IOFCC) increasing by 11.07% and relative feed cost (RFC) decreasing by 4.16%.*

(Key words: Broilers, Feed additive, Rice bran, Silica+)

\* Korespondensi (*corresponding author*):  
Telp. +62 812 9920 107  
E-mail: y\_sumiati@yahoo.com

## Pendahuluan

Biaya pakan dalam pemeliharaan ayam broiler menempati sekitar 70 sampai 80% dari total biaya produksi. Mahalnya bahan baku pakan unggas yang didominasi oleh bahan impor menuntut untuk terus ditingkatkan nilai efisiensinya. Sementara itu perhatian masyarakat global akan produk ternak yang berkualitas dan aman bagi kesehatan semakin meningkat. Hal ini dibuktikan dengan terbitnya aturan di beberapa negara yang melarang penggunaan antibiotik sebagai *feed additive* pemacu pertumbuhan pada ternak (Europe Union Commission, 2005; Republik Indonesia, 2009) setelah diketahui dampak jangka panjangnya yang dapat membahayakan kesehatan tubuh manusia (Wenk, 2000). Hal ini mendorong para nutrisi untuk terus mengembangkan ilmu dan teknologi di bidang pakan broiler guna mendesain ransum broiler yang tinggi nilai ekonomisnya tanpa mengesampingkan kualitas dan keamanan produk ternak yang dihasilkan. *Feed additive* alternatif yang aman dan ramah lingkungan sudah semestinya terus dikembangkan sebagai upaya dalam mengeliminasi penggunaan antibiotik pemacu pertumbuhan (Wenk, 2000; Amad *et al.*, 2011; Tran *et al.*, 2015).

Silica+, mineral alami yang berasal dari silikon dioksida murni yang diisi atau dibebani dengan muatan energi potensial elektromagnetik berfrekuensi rendah, diproduksi oleh Perusahaan Ceresco Nutrition asal Canada. Silica+ merupakan produk khusus yang memiliki fungsi berdasarkan resonansi biologis dengan menyampaikan energi elektromagnetiknya pada molekul kristal air, media universal pada lingkungan saluran pencernaan. Silica+ berperan mengaktifkan air dan mempercepat seluruh perubahan biokimia pada saluran pencernaan di antaranya pencernaan enzimatis, ionisasi nutrisi, dan transfer nutrisi lintas membran sel (Kasula, 2015). Tran *et al.* (2015) menyatakan bahwa silica+ merupakan *feed additive* ramah lingkungan yang efisien dalam menurunkan konversi  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NH}_3$  pada *litter* kalkun sehingga mengurangi penguapan ammonia dan memperbaiki efisiensi pakan.

Ransum broiler pada umumnya disusun berdasarkan standar kebutuhan nutrisi serta acuan formulasi pakan yang telah berlaku di seluruh dunia (Leeson dan

Summers, 2005). Namun pada prakteknya memungkinkan beberapa variasi susunan atau jenis ransum yang berbeda. Hal ini umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya: target performa yang ingin dicapai, perbedaan harga bahan baku pakan, serta ketersediaan bahan lokal. Perbedaan jenis ransum ini seringkali berpengaruh terhadap efektivitas penggunaan suatu *feed additive*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi suplementasi silica+ dalam jenis ransum berbeda terhadap performa, retensi nutrisi (energi, protein, lemak), dan nilai ekonomis ransum pada broiler yang dipelihara dari umur 0 sampai 5 minggu.

## Materi dan Metode

### Feeding trial

Penelitian ini menggunakan 1.440 ekor *day old chick strain* Cobb (CP707) *unsexed* produksi PT Charoen Pokphand Indonesia. DOC dibagi ke dalam 6 perlakuan dan 6 ulangan dengan rancangan acak lengkap (40 ekor per petak kandang). Ayam dipelihara dari umur 0 sampai 5 minggu. Kandang dilengkapi dengan tempat air minum, tempat pakan dan lampu bohlam berdaya 100 watt sebagai pemanas pada minggu awal pemeliharaan. DOC ditimbang sebelumnya untuk mengetahui bobot badan awal ( $44,5 \pm 1,3$  g/ekor). Ransum penelitian terdiri atas ransum *prestarter* untuk umur 1-10 hari, ransum *starter* untuk umur 11 sampai 21 hari dan ransum *grower* untuk umur 22 sampai 35 hari yang disusun berdasarkan rekomendasi kebutuhan nutrisi menurut Leeson dan Summers (2005) serta penelitian Maradon *et al.* (2017). Ransum *prestarter* dibuat dalam bentuk *crumble*, ransum *starter* dan *grower* dibuat dalam bentuk *pellet*. Seluruh ayam pada minggu awal pemeliharaan diberi ransum *prestarter* yang sama tanpa suplementasi silica+. Ayam mulai diberi ransum perlakuan yang berbeda menurut jenis ransum dan suplementasi silica+ pada minggu kedua pemeliharaan (periode *starter*). Ransum *starter* dan *grower* masing-masing dibagi dalam 3 jenis ransum yaitu *high nutrient* (HN), *low nutrient* (LN), dan *high nutrient contained rice bran* (HNRB) yang masing-masing disuplementasi dan tanpa suplementasi silica+ pada level 200ppm. Silica+ didapatkan dari Perusahaan Ceresco Nutrition, Canada. Pakan dan air minum diberikan *ad libitum*. Data performa

yang diukur meliputi: konsumsi ransum, bobot badan, *feed conversion ratio* (FCR), dan mortalitas. Jumlah ransum yang diberikan dan sisa ransum ditimbang setiap minggunya untuk mengetahui jumlah konsumsi ransum. Penimbangan bobot badan juga dilakukan setiap minggu, sedangkan pencatatan mortalitas ayam dilakukan setiap hari.

### Pengukuran retensi nutrisi

Pengukuran retensi nutrisi dilakukan dengan metode koleksi total ekskreta berdasarkan Farrel (1978) dengan sedikit modifikasi. Setelah *feeding trial* selesai dilakukan, sejumlah 42 ekor ayam jantan (bobot 1,5 sampai 1,7 kg) dipilih dan dipisahkan. Setiap ayam ditempatkan pada kandang metabolis individu yang bagian bawahnya dilengkapi dengan nampan untuk menampung ekskreta. Ayam dipuaskan selama 24 jam untuk mengosongkan isi saluran pencernaan. Air minum tetap diberikan *ad libitum*. Sejumlah 36 ekor ayam (6 perlakuan dan 6 ulangan) masing-masing diberi 100 gram ransum uji dengan pembatasan waktu 2 jam untuk makan. Sisa ransum ditimbang untuk mengetahui konsumsi ransum. Enam ekor ayam yang lain tetap dipuaskan untuk mengukur ekskreta endogenus. Ekskreta dikoleksi setelah 24 jam untuk kemudian ditimbang bobot segarnya dan dibekukan selama 24 jam. Ekskreta kemudian dilakukan *thawing*, dikeringkan, dan digiling dengan ukuran 20 mesh. Sampel ekskreta dan ransum uji dianalisis kandungan protein kasar, lemak kasar, energi bruto dan kadar airnya. Retensi nutrisi diukur berdasarkan Sibbald dan Wolynetz (1985) yang merupakan selisih antara kandungan nutrisi ransum dengan kandungan nutrisi ekskreta yang telah dikurangi nutrisi endogenus. Retensi nutrisi yang dimaksud terdiri dari energi metabolis murni (EMM), energi metabolis murni terkoreksi nitrogen (EMMn), retensi protein dan retensi lemak.

Energi metabolis murni (EMM) diperoleh dari energi bruto ransum dikurangi dengan energi bruto ekskreta yang telah dikoreksi dengan energi endogenus ekskreta (energi yang berasal dari peluruhan jaringan/bukan berasal dari pakan yang dikonsumsi). EMMn dihitung dari nilai EMM yang telah disesuaikan pada kondisi retensi nitrogen sama dengan nol, yaitu dengan

menambahkan energi dari sejumlah asam urat yang setara dengan retensi nitrogen sebesar 8,22 kkal/g N pada energi ekskreta. (Sibbald dan Wolynetz, 1985). Retensi nitrogen akan berbeda untuk ternak yang berbeda umur dan spesies, sehingga faktor koreksi nitrogen perlu dilakukan (Astuti dan Sumiati, 2014).

$$\text{EMM (kkal/kg)} = \frac{(\text{EB} \times \text{X}) - \{(\text{EBe} \times \text{Y}) - (\text{EBk} \times \text{Z})\}}{\text{X}} \times 1000$$

$$\text{EMMn (kkal/kg)} = \frac{(\text{EB} \times \text{X}) - [(\text{EBe} \times \text{Y}) - (\text{EBk} \times \text{Z}) + (8,22 \times \text{RN})]}{\text{X}} \times 100$$

Keterangan :

EB = Energi bruto ransum (kkal/kg)  
EBe = Energi bruto ekskreta (kkal/kg)  
EBk = Energi bruto ekskreta endogenus (kkal/kg)  
X = Konsumsi ransum (gram)  
Y = Berat ekskreta (gram)  
Z = Berat ekskreta endogenus (gram)  
RN = Retensi Nitrogen (gram)  
8,22 = Nilai nitrogen saat teroksidasi dengan sempurna dalam urin.

### Nilai ekonomis ransum

*Income Over Feed and Chick Cost* (IOFCC) dan *Relative feed cost* (RFC) digunakan untuk menggambarkan nilai ekonomis dari ransum. IOFCC merupakan gambaran keuntungan yang diperoleh selama pemeliharaan yang dihitung dari selisih antara rerata hasil penjualan broiler dengan rerata biaya yang dikeluarkan untuk *Day Old Chick* (DOC) dan pakan per ekor (Jarmani dan Nataamijaya, 2001; Ulupi *et al.*, 2015). Harga jual broiler dihitung dari harga pasar aktual pada saat selesainya pemeliharaan. RFC menggambarkan besarnya biaya pakan yang dikeluarkan dalam menghasilkan 1 kg pertambahan bobot badan broiler (Leeson dan Summers, 2005). Nilai ekonomis ransum yang lebih baik pada penelitian ini didasarkan pada nilai IOFCC yang lebih tinggi serta nilai RFC yang lebih rendah. Perhitungan nilai IOFCC dan RFC dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

- IOFCC = PB – (BR + DOC)
- RFC = BR / PBB
- PB = L x BH x HJ
- BR = BPr + BSt + BGw

Keterangan:

PB : Rerata penjualan broiler (Rp/ekor)  
BR : Biaya ransum (Rp/ekor)

DOC : Harga *day old chick* (Rp/ekor)  
 L : Livability / persentase ayam hidup (%)  
 BH : Rerata bobot hidup (kg/ekor)  
 HJ : Harga jual broiler (Rp/kg)  
 BPr : Biaya ransum periode prestarter (Rp/ekor)  
 BSt : Biaya ransum periode starter (Rp/ekor)  
 BGw : Biaya ransum periode grower (Rp/ekor)  
 PBB : Pertambahan bobot badan (kg/ekor).

### Analisis data

Seluruh data penelitian yang diperoleh diolah dengan program Microsoft Excel. Data kemudian dianalisis ragam (ANOVA) dengan menggunakan program SPSS versi 21.0, kecuali data *IOFCC* dan *RFC* yang tidak dilakukan analisis secara statistik. Hasil analisis ragam yang menunjukkan perbedaan kemudian diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan (Steel dan Torrie, 1993).

Tabel 1. Susunan dan kandungan nutrisi ransum  
 (composition and nutrient contents of diet)

Bahan pakan ( <i>feed ingredients</i> )	Prestarter	Starter			Grower		
		HN	LN	HNRB	HN	LN	HNRB
		----- (%) -----					
Jagung ( <i>corn</i> )	58.25	54.00	45.20	51.55	59.50	51.50	56.30
Dedak padi ( <i>rice bran</i> )				7.00			8.00
Pollard ( <i>wheat bran</i> )		4.25	18.50		4.85	17.50	
CGM	8.50	3.00	3.00	3.50	3.35	2.45	3.60
Bungkil kedelai ( <i>soy bean meal</i> )	16.00	22.00	18.40	21.00	17.50	14.00	17.50
Tepung daging tulang ( <i>meat bone meal</i> )	5.25	6.50	5.20	6.20	5.00	5.00	5.00
Tepung ikan ( <i>fish meal</i> )	8.00	6.00	5.50	6.50	5.50	5.00	5.30
Minyak sawit ( <i>palm oil</i> )	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
CaCO <sub>3</sub>	0.20	0.20	0.20	0.20	0.40	0.50	0.40
NaCl	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10
Premix	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-Methionine	0.05	0.20	0.05	0.20	0.10	0.20	0.15
L-lysine	0.10	0.20	0.20	0.20	0.15	0.20	0.10
Tryptophan	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Kandungan nutrisi berdasarkan perhitungan ( <i>nutrient ingredients base on calculated</i> )							
EM (kkal/kg)	3216	3066	2863	3051	3128	2927	3106
Protein kasar (%) ( <i>crude protein (%)</i> )	23.08	22.11	21.28	22.14	20.08	19.21	20.13
Lemak kasar (%) ( <i>crude fat (%)</i> )	6.27	6.31	6.48	6.34	6.35	6.60	6.40
Serat kasar (%) ( <i>crude fiber (%)</i> )	2.36	2.75	3.87	3.07	2.78	3.76	3.16
Lysine (%)	1.16	1.78	1.13	1.38	1.16	1.13	1.17
Methionine (%)	0.59	0.62	0.58	0.63	0.49	0.54	0.53
Methionine + cystine (%)	0.98	0.99	0.91	1.00	0.82	0.84	0.86
Ca (%)	1.06	1.04	0.95	1.05	0.96	0.97	0.96
P (%)	0.48	0.45	0.48	0.47	0.41	0.44	0.43
Na (%)	0.15	0.14	0.18	0.15	0.13	0.13	0.14
Cl (%)	0.20	0.20	0.29	0.20	0.19	0.22	0.19

HN: *High nutrient*; LN: *Low nutrient*; HNRB: *High nutrient contained rice bran*. Pada periode starter dan grower masing-masing jenis ransum dibagi menjadi dua, yaitu dengan dan tanpa suplementasi silica+.

## Hasil dan Pembahasan

### Pengaruh suplementasi silica+

Hasil uji performa broiler disajikan pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang nyata dari suplementasi silica+ pada semua jenis ransum terhadap konsumsi pakan, bobot badan, serta mortalitas broiler selama 35 hari pemeliharaan. Namun suplementasi silica+ berpengaruh nyata menurunkan konversi ransum (FCR) broiler khususnya pada jenis ransum HN selama periode grower (22 sampai 35 hari pemeliharaan). Perlakuan HN+Si menghasilkan FCR yang nyata lebih rendah ( $P < 0,05$ ) dibandingkan dengan perlakuan HN (1,930 vs 2,097). Pada dua jenis ransum yang lain (LN dan HNRB), suplementasi silica+ tidak berpengaruh nyata terhadap performa broiler baik selama periode *starter*, *grower* maupun secara kumulatif.

Penurunan nilai FCR sebesar 8,09% selama periode grower dan 4,54% secara kumulatif pada jenis ransum HN yang disuplementasi silica+ menggambarkan adanya peningkatan ketersediaan nutrisi pada broiler. Hasil percobaan pengukuran retensi nutrisi menunjukkan adanya peningkatan retensi nutrisi secara merata pada perlakuan HN+Si yaitu retensi lemak dan EMMn. Retensi lemak naik sebesar 1,30% dari 95,99% menjadi 97,24%, sedangkan EMMn naik sebesar 4,41% dari 3328 kkal/kg menjadi 3.475 kkal/kg. Hasil ini bersesuaian dengan percobaan Tran *et al.* (2015) yang mendapatkan penurunan FCR kumulatif sebesar 5,48% pada kalkun komersial yang diberi ransum tersuplementasi silica+ sampai dengan periode finisher (12 minggu pemeliharaan).

Retensi nutrisi yang meningkat pada perlakuan HN+Si berhubungan dengan peran silica+ dalam meningkatkan seluruh perubahan biokimia pada saluran pencernaan broiler yang diantaranya adalah pencernaan enzimatis, ionisasi nutrisi dan transfer nutrisi lintas membran sel (Phromkunthong, 2015; Kasula, 2015). Silica+ berperan sebagai resonator biologis yang mentransfer energi elektromagnetiknya pada molekul kristal air (media universal saluran pencernaan), sehingga air menjadi aktif dan laju reaksi biokimia pencernaan meningkat (Kasula, 2015). Air merupakan nutrisi penting yang merupakan komponen

terbesar penyusun tubuh. Air terlibat dalam seluruh proses fisiologis diantaranya pencernaan, penyerapan, transport nutrisi lintas membran dan pertukaran ion. Jequier dan Constant (2010) menyatakan bahwa air berperan sebagai komponen pembangun tubuh, sebagai pelarut, media reaksi, pereaksi dan produk reaksi, sebagai pembawa nutrisi dan produk-produk limbah, fungsi termoregulasi dan sebagai pelumas serta peredam getaran. Kajian mengenai pengaruh biologis dari energi potensial elektromagnetik sebelumnya pernah dilaporkan diantaranya tentang pengaruh medan elektromagnetik (electromagnetic field/ EMF) yang memiliki aktivitas antikoksidial pada broiler (Elmusharaf *et al.*, 2007) serta perlakuan elektromagnetik pada air memiliki pengaruh biologis yang beragam baik pada sel hewan maupun tumbuhan (Yamabhai *et al.*, 2014).

Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh jenis ransum LN dan HNRB. Penambahan silica+ pada kedua jenis ransum tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap performa broiler baik selama periode *starter* maupun *grower*. Tidak efektifnya suplementasi silica+ pada kedua jenis ransum tersebut diduga disebabkan oleh tingginya kandungan serat kasar ransum atau yang sekarang lebih dikenal dengan istilah *non starch polysaccharide* (NSP). Baik *wheat bran* maupun *rice bran* yang masing-masing digunakan pada ransum LN dan HNRB, keduanya merupakan hasil samping sereal (gandum dan padi) yang banyak mengandung komponen dinding sel, sehingga kaya akan senyawa NSP (Leeson dan Summers, 2005; Anuradha dan Roy, 2015). Kandungan serat (NSP) pada ransum LN dan HNRB periode *grower* cukup tinggi berturut-turut 3,76% dan 4,13% dibandingkan dengan ransum HN yang hanya 2,78%. Senyawa NSP terkandung pada *wheat bran* dan *rice bran* terutama dalam bentuk selulosa dan arabinoxylan yang lebih dari 90%-nya tergolong sebagai *insoluble* NSP (Williams *et al.*, 1997). Baik *insoluble* maupun *soluble* NSP keduanya merupakan faktor pembatas pada ransum unggas. Kemampuan unggas dalam mencerna NSP sangat terbatas karena ketiadaan enzim yang dibutuhkan untuk memotong molekul kompleks tersebut (Leeson dan Summers, 2005). *Insoluble* NSP dalam level yang moderat seperti pada

Tabel 2. Rerata performa ayam broiler yang diberi ransum tersuplementasi silica+ (average broiler performance fed diet supplemented with silica+)

Perlakuan (treatment)	Konsumsi (g) (consumption (g))	Bobot badan (g) (body weight (g))	PBB (g)	FCR	Mortalitas (%) (mortality (%))
8 sampai 21 hari (starter)					
HN	974±24	825±28 <sup>a</sup>	674±27 <sup>a</sup>	1,45±0,02 <sup>b</sup>	0,00±0,00
HN+Si	976±37	823±28 <sup>a</sup>	673±28 <sup>a</sup>	1,45±0,04 <sup>b</sup>	0,00±0,00
LN	1.005±13	815±12 <sup>a</sup>	661±9 <sup>ab</sup>	1,52±0,03 <sup>a</sup>	0,42±0,93
LN+Si	989±34	797±21 <sup>ab</sup>	646±18 <sup>bc</sup>	1,53±0,05 <sup>a</sup>	0,00±0,00
HNRB	962±37	785±11 <sup>b</sup>	636±9 <sup>bc</sup>	1,51±0,07 <sup>a</sup>	0,42±0,93
HNRB+Si	964±19	782±18 <sup>b</sup>	631±14 <sup>c</sup>	1,53±0,02 <sup>a</sup>	0,00±0,00
22 sampai 35 hari (grower)					
HN	1.595±48 <sup>ab</sup>	1.586±27 <sup>a</sup>	761±17 <sup>ab</sup>	2,10±0,10 <sup>a</sup>	2,08±2,24
HN+Si	1.523±31 <sup>b</sup>	1.614±30 <sup>a</sup>	791±35 <sup>a</sup>	1,93±0,07 <sup>b</sup>	2,50±1,44
LN	1.649±59 <sup>a</sup>	1.564±31 <sup>ab</sup>	749±24 <sup>ab</sup>	2,20±0,09 <sup>a</sup>	1,67±1,86
LN+Si	1.644±46 <sup>a</sup>	1.578±38 <sup>ab</sup>	780±47 <sup>a</sup>	2,11±0,09 <sup>a</sup>	2,50±2,04
HNRB	1.573±85 <sup>ab</sup>	1.536±41 <sup>bc</sup>	751±32 <sup>ab</sup>	2,10±0,19 <sup>a</sup>	0,83±1,18
HNRB+Si	1.513±106 <sup>b</sup>	1.508±44 <sup>c</sup>	726±37 <sup>b</sup>	2,08±0,09 <sup>a</sup>	1,67±1,18
1 sampai 35 hari (kumulatif)					
HN	2.709±68 <sup>abc</sup>	1.586±27 <sup>a</sup>	1.542±27 <sup>ab</sup>	1,76±0,03 <sup>ab</sup>	2,08±2,24
HN+Si	2.639±57 <sup>c</sup>	1.614±30 <sup>a</sup>	1.570±31 <sup>a</sup>	1,68±0,04 <sup>b</sup>	2,92±2,24
LN	2.796±62 <sup>a</sup>	1.564±31 <sup>ab</sup>	1.519±31 <sup>b</sup>	1,84±0,06 <sup>a</sup>	2,08±1,72
LN+Si	2.774±51 <sup>ab</sup>	1.578±38 <sup>ab</sup>	1.534±40 <sup>ab</sup>	1,81±0,04 <sup>a</sup>	2,50±2,04
HNRB	2.675±114 <sup>bc</sup>	1.536±41 <sup>bc</sup>	1.492±41 <sup>bc</sup>	1,80±0,12 <sup>a</sup>	1,67±1,86
HNRB+Si	2.614±110 <sup>c</sup>	1.508±44 <sup>c</sup>	1.463±44 <sup>c</sup>	1,79±0,04 <sup>a</sup>	1,67±1,18

HN: High nutrient, LN: Low nutrient, HNRB: High nutrient contained rice bran; Si: silica+; PBB: pertambahan bobot badan (*weight gain*), FCR: feed conversion ratio (konsumsi pakan/ PBB).

<sup>a,b,c</sup> Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan) (*different superscripts at the same column indicate significant differences*).

ransum HN, mungkin akan bermanfaat dalam memacu perkembangan organ pencernaan, meningkatkan produksi enzim, yang diikuti dengan meningkatnya kecernaan nutrisi khususnya pati (Hetland *et al.*, 2004; Mateos *et al.*, 2012). Namun sebaliknya pada level yang tinggi seperti pada ransum LN dan HNRB keberadaan NSP justru akan menjadi faktor pembatas bagi pencernaan enzimatik unggas. NSP menyelimuti nutrisi pada sel tanaman dan menjadi penghalang secara fisik bagi enzim pencernaan (Hetland *et al.*, 2004). Dalam kondisi ini enzim eksogenus pemecah serat sebaiknya ditambahkan guna memotong senyawa NSP dan memudahkan enzim endogenus dalam mencerna nutrisi (Leeson dan Summers, 2005).

Silica+ dan enzim eksogenus tentu keduanya merupakan *feed additive* dengan prinsip kerja yang berlainan. Enzim eksogenus bekerja secara spesifik untuk memecah substrat tertentu yang terkandung dalam pakan. Silica+ berperan memulihkan *homeostasis* tubuh dan mempercepat seluruh perubahan reaksi biokimia yang di antaranya adalah pencernaan enzimatik (Kasula, 2015). Jadi peran silica+ yang berkaitan dengan pencernaan enzimatik adalah merangsang reaksi enzimatik yang terjadi (resonansi biologis) sehingga berlangsung lebih cepat, bukan sebagai pemecah substrat. Pada jenis ransum yang rendah kandungan NSP-nya seperti pada ransum HN, penambahan enzim eksogenus

Tabel 3. Energi metabolis dan retensi nutrisi ransum yang disuplementasi silica+ pada ayam broiler  
 (metabolizable energy and nutrient retention of diet that supplemented with silica+)

Perlakuan ( <i>treatment</i> )	EMM (Kkal/kg)	EMMn (Kkal/kg)	Retensi PK (%)	Retensi LK (%)
HN	3.511±151 <sup>abc</sup>	3.328±116 <sup>bc</sup>	84,06±12,91	95,99±1,60 <sup>ab</sup>
HN+Si	3.672±250 <sup>ab</sup>	3.475±228 <sup>ab</sup>	87,50±10,04	97,24±,92 <sup>a</sup>
LN	3.273±139 <sup>c</sup>	3.119±105 <sup>c</sup>	80,82±19,79	94,59±2,12 <sup>bc</sup>
LN+Si	3.328±97 <sup>bc</sup>	3.152±90 <sup>c</sup>	82,21±2,98	96,26±1,84 <sup>ab</sup>
HNRB	3.465±193 <sup>abc</sup>	3.300±179 <sup>bc</sup>	81,02±6,84	92,86±2,41 <sup>cd</sup>
HNRB+Si	3.545±198 <sup>abc</sup>	3.313±173 <sup>bc</sup>	74,77±8,98	91,41±2,20 <sup>d</sup>

HN: *High nutrient*; LN: *Low nutrient*; HNRB: *High nutrient contained rice bran*; Si: silica+; EMM: energi metabolis murni, EMMn: energi metabolis murni terkoreksi nitrogen, PK: protein kasar (*crude protein*), LK: lemak kasar (*crude fat*).  
<sup>a,b,c,d</sup> Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan) (*different superscripts at the same column indicate significant differences*).

pemecah serat relatif tidak diperlukan sehingga suplementasi silica+ saja sudah cukup efektif dalam memperbaiki retensi nutrisi dan performa broiler. Jenis ransum yang tinggi kandungan NSP-nya seperti pada jenis ransum LN dan HNRB suplementasi silica+ menjadi kurang efektif tanpa adanya penambahan enzim pemecah substrat NSP yang kompleks. Jadi tidak disertakannya enzim pemecah serat pada ransum yang tinggi kandungan NSP-nya diduga menjadi penyebab tidak efektifnya suplementasi silica+.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa suplementasi silica+ mampu meningkatkan IOFCC serta menurunkan RFC pada jenis ransum HN dan LN. Suplementasi silica+ pada jenis ransum HN menghasilkan peningkatan IOFCC sebesar 11,07% (dari Rp 6231/ekor menjadi Rp 6921/ekor) serta penurunan RFC sebesar 4,16% (dari Rp1.1938/kg menjadi Rp1.1736/kg). HN+Si merupakan ransum perlakuan yang menghasilkan nilai ekonomis ransum terbaik yang ditandai dengan nilai IOFCC tertinggi dan RFC terendah. Nilai ekonomis ransum yang tinggi pada HN+Si berhubungan erat dengan penurunan konversi pakan yang nyata. Konversi pakan yang rendah menunjukkan nilai efisiensi pakan yang tinggi yang akan berdampak langsung secara ekonomis. IOFCC merupakan peubah yang sangat penting dalam menganalisa performa broiler secara ekonomi. Performa pertumbuhan broiler yang tinggi tidak selalu berkorelasi positif dengan keuntungan ekonomis yang diperoleh, karena sangat bergantung pada harga ransum yang digunakan. Oleh karena itu IOFCC memberi gambaran yang lebih jelas mengenai keuntungan ekonomis yang

diperoleh pada setiap ekor broiler yang dipelihara dengan ransum perlakuan tertentu. Broiler pada umumnya dipelihara dalam skala besar, mulai dari ribuan hingga ratusan ribu ekor. Sehingga meningkatnya nilai IOFCC (Rp/ekor), akan sangat berpengaruh positif terhadap pendapatan peternak atau pelaku budidaya broiler secara keseluruhan.

Suplementasi silica+ juga mampu meningkatkan nilai ekonomis ransum pada jenis ransum LN. Suplementasi silica+ pada jenis ransum LN menghasilkan peningkatan IOFCC sebesar 4,48% (dari Rp5.963/ekor menjadi Rp6.230/ekor) serta penurunan RFC sebesar 1,69% (dari Rp1.1938/kg menjadi Rp1.1736/kg). Peningkatan nilai ekonomis ransum pada LN+Si berhubungan dengan meningkatnya performa broiler secara rerata meskipun tidak berbeda nyata secara statistik. Peningkatan nilai ekonomis ransum pada LN+Si ini tentu lebih kecil jika dibandingkan dengan HN+Si. Hal ini disebabkan karena baik penurunan nilai konversi pakan maupun peningkatan bobot badan broiler oleh suplementasi silica+ pada jenis ransum LN lebih kecil dibandingkan pada jenis ransum HN.

#### **Pengaruh jenis ransum (kepadatan nutrisi dan rice bran)**

Penurunan kepadatan nutrisi ransum (LN) dengan meningkatkan penggunaan *wheat bran* yang rendah energi metabolis dan tinggi akan serat *insoluble*, menyebabkan performa broiler melemah khususnya pada nilai konversi pakan (FCR). FCR broiler pada LN dan LN+Si selama periode starter nyata lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibandingkan dengan ransum HN. FCR broiler secara kumulatif pada LN dan LN+Si

juga cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan ransum HN. Adapun bobot badan broiler tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan menurunnya kepadatan nutrisi ransum.

Hasil ini sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya bahwa pengaruh utama dari penurunan kepadatan nutrisi ransum adalah berdampak negatif terhadap nilai efisiensi pakan, yang ditandai dengan meningkatnya FCR (Brickett et al., 2007; Li et al., 2010; Mirshekar et al., 2013). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan FCR pada ayam yang diberi ransum low nutrisi ini paling tidak dapat disebabkan oleh salah satu dari dua faktor. Faktor pertama adalah peningkatan konsumsi pakan yang nyata pada ayam yang diberi ransum *low nutrient* untuk mempertahankan asupan energi tubuh (Leeson dan Summers, 2005; Brickett et al., 2007). Faktor kedua adalah penurunan bobot badan yang nyata, terutama pada ayam yang kesulitan meningkatkan konsumsi pakannya ketika diberi ransum *low nutrient* (Nielsen 2004). Sedangkan pada penelitian ini broiler terlihat berkompromi terhadap kedua kondisi tersebut. Baik konsumsi pakan maupun bobot badan broiler keduanya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik. Akan tetapi, broiler terlihat sedikit meningkatkan konsumsi pakannya pada LN yang secara bersamaan diikuti dengan sedikit penurunan bobot badan. Kondisi ini tentu juga berdampak nyata terhadap peningkatan nilai FCR, mengingat FCR merupakan nilai rasio antara konsumsi pakan yang dibandingkan dengan pertambahan bobot badan broiler. Serat *insoluble* seperti *wheat bran* dan selulosa berpengaruh sebagai pengencer nutrisi (*nutrient dilution*) pada ransum unggas sehingga meningkatkan FCR (Hetland et al., 2004).

Berbeda dengan jenis ransum LN, penggunaan *rice bran* pada jenis ransum HNRB tidak hanya melemahkan FCR selama periode starter ( $P < 0,05$ ), melainkan juga nyata menurunkan bobot badan broiler selama periode starter dan grower ( $P < 0,05$ ). Penggunaan *rice bran* juga menurunkan retensi nutrisi khususnya retensi lemak. Retensi lemak pada jenis ransum HNRB (92,86% dan 91,41%) nyata lebih rendah ( $P < 0,05$ ) dibandingkan retensi lemak pada jenis ransum HN (95,99% dan 97,24%). Jenis ransum HNRB menghasilkan performa yang terendah selama pemeliharaan.

Buruknya retensi nutrisi dan performa broiler mengindikasikan tingginya aktivitas anti nutrisi pada jenis ransum yang mengandung *rice bran*. Melemahnya efisiensi pakan yang disertai dengan menurunnya pertumbuhan menggambarkan bahwa tidak hanya kandungan serat (*insoluble NSP*) yang menjadi faktor pembatas penggunaan *rice bran* dalam ransum broiler pada penelitian ini. Beberapa faktor anti nutrisi lain yang pada umumnya terdapat pada *rice bran* diantaranya: ketengikan oksidatif dan hidrolitik, kandungan asam fitat dan enzim inhibitor (Gallinger et al., 2004; Ani et al., 2013).

Penurunan pertumbuhan yang nyata pada penelitian ini seperti berhubungan dengan tingginya level asam fitat pada *rice bran*. Hasil samping sereal seperti *rice bran* mengandung asam fitat dalam jumlah yang besar (Sumiati, 2005). Asam fitat merupakan molekul *polyanionic* yang memiliki kemampuan untuk *chelate* dengan kation yang bermuatan positif terutama *zinc*, *iron* dan *calcium* (Sumiati, 2005; Humer et al., 2014) dan mungkin berdampak negatif terhadap utilisasi nutrisi lain, termasuk protein, pati dan lemak (Kumar et al., 2010; Humer et al., 2014). Selain asam fitat, rendahnya retensi lemak sangat mungkin juga dipengaruhi oleh ketengikan oksidatif yang muncul pada *rice bran*. Tingginya kandungan lemak pada *raw rice bran* memicu ransum sangat rentan menjadi tengik melalui *oxidative rancidity*. Selama proses penggilingan, minyak netral pada *rice bran* menjadi terpapar bebas oleh enzim lipase yang menyebabkannya cepat rusak menjadi *free fatty acid* (FFA) sehingga berbau tengik. Kerusakan minyak berdampak pada menurunnya pencernaan lemak sehingga menurunkan nilai retensinya (Mujahid et al., 2003; Leeson dan Summers, 2005).

Jenis ransum HNRB baik disuplementasi silica+ maupun tidak, tetap menghasilkan nilai IOFCC yang rendah, yakni Rp5.992 pada HNRB dan Rp5.855 pada HNRB+Si. Nilai ekonomis yang rendah pada jenis ransum ini erat hubungannya dengan performa yang rendah. HNRB meskipun merupakan jenis ransum berkepadatan nutrisi tinggi, akan tetapi tidak menghasilkan performa pertumbuhan yang layak sebagaimana jenis ransum HN. Sehingga menurunnya harga pakan (Rp/kg) pada jenis ransum HNRB dibandingkan



dengan jenis ransum HN, tidak berkorelasi positif terhadap nilai ekonomis ransum karena dampak negatif yang ditimbulkan pada performa pertumbuhan broiler.

#### Perbandingan antar perlakuan

Perbandingan antar perlakuan menunjukkan bahwa HN+Si menghasilkan performa terbaik diantara semua perlakuan. Hal ini ditandai dengan nilai FCR yang lebih rendah pada periode grower ( $P < 0,05$ ), diikuti dengan rerata bobot badan akhir yang paling tinggi (1.614 kg/ekor). Sejalan dengan performa yang tinggi, nilai ekonomis ransum terbaik juga ditunjukkan pada HN+Si. HN+Si menghasilkan nilai IOFCC tertinggi (Rp6.921/ekor) diikuti dengan nilai RFC terendah (Rp11.366/kg). *High nutrient* meskipun diketahui merupakan jenis ransum termahal di antara yang lain, akan tetapi dengan suplementasi silica+ tetap menghasilkan nilai ekonomis ransum yang terbaik, sehingga baik menurut performa pertumbuhan maupun secara ekonomis, HN+Si merupakan ransum perlakuan dengan hasil yang terbaik.

Performa broiler pada LN+Si meskipun secara umum lebih rendah dibandingkan

dengan perlakuan HN, akan tetapi secara ekonomis menunjukkan nilai IOFCC yang cenderung menyamai HN (Rp6.230/ekor vs Rp6.231/ekor), dengan nilai RFC yang bahkan lebih rendah dari HN (Rp11.736/kg vs Rp11.859/kg). Hal ini menunjukkan bahwa LN+Si menghasilkan nilai ekonomis ransum yang lebih baik dibandingkan HN. Nilai ekonomis ransum yang lebih baik pada LN+Si dapat disebabkan oleh harga perkilogram ransum LN yang lebih rendah daripada HN. Selain itu, penambahan silica+ pada jenis ransum LN cenderung memperbaiki performa broiler meskipun tidak berbeda nyata secara statistik. Perbaikan performa ditandai dengan meningkatnya bobot badan akhir yang disertai dengan menurunnya FCR secara merata. Suplementasi silica+ hanya meningkatkan harga perkilogram ransum sebesar Rp 3/kg, sehingga dinilai ekonomis dan tidak terlalu berpengaruh terhadap biaya total ransum.

HNRB meskipun merupakan jenis ransum dengan kepadatan nutrisi tinggi, akan tetapi tidak menunjukkan performa pertumbuhan yang baik sebagaimana jenis ransum HN. Jenis ransum HNRB baik

Tabel 4. Nilai ekonomis ransum broiler yang disuplementasi silica+  
 (the economic value of broiler diet that supplemented with silica+)

Peubah ( <i>parameter</i> )	Satuan	HN	HN+Si	LN	LN+Si	HNCR	HNCR+Si
Harga ransum <i>prestarter</i> [a]	Rp/kg	7310	7310	7310	7310	7310	7310
Harga ransum <i>starter</i> [b]	Rp/kg	7047	7050	6631	6634	6778	6781
Harga ransum <i>grower</i> [c]	Rp/kg	6520	6523	6301	6304	6434	6437
Konsumsi ransum <i>prestarter</i> [d]	g	250	250	250	250	250	250
Konsumsi ransum <i>starter</i> [e]	g	800	800	800	800	800	800
Konsumsi ransum <i>grower</i> [f]	g	1658	1589	1746	1724	1625	1564
Biaya ransum [g = axd+bx+cxf]	Rp	18275	17833	18134	18003	17705	17320
Harga DOC [h]	Rp	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Bobot akhir [i]	Kg	1.586	1.613	1.564	1.578	1.536	1.508
PBB [j]	Kg	1.541	1.569	1.519	1.534	1.491	1.463
<i>Livability</i> [k=100-mortalitas]	%	97.92	97.08	97.92	97.50	98.33	98.33
Penjualan broiler [l= i x k x 19000]	Rp	29506	29753	29097	29232	28698	28174
<b>IOFCC [l-h-g]</b>	<b>Rp/ekor</b>	<b>6231</b>	<b>6921</b>	<b>5963</b>	<b>6230</b>	<b>5992</b>	<b>5855</b>
<b>RFC [g/j]</b>	<b>Rp/kg</b>	<b>11859</b>	<b>11366</b>	<b>11938</b>	<b>11736</b>	<b>11875</b>	<b>11839</b>

HN: *High nutrient*; LN: *Low nutrient*; HNRB: *High nutrient contained rice bran*; Si: silica+; IOFCC: *income over feed and chick cost*; RFC: *relative feed cost*; harga jual ayam broiler: Rp19.000 per kg bobot hidup, harga silica+: Rp351.000/25 kg.

disuplementasi silica+ maupun tidak, tetap menghasilkan performa yang buruk. Performa yang buruk berdampak pada pencapaian IOFCC yang rendah. HNRB dan HNRB+Si merupakan ransum perlakuan dengan hasil yang terburuk baik menurut performa maupun nilai ekonomis ransum.

### Kesimpulan

Suplementasi silica+ paling efektif diterapkan pada jenis ransum *high nutrient* pada broiler periode grower (umur 22 sampai 35 hari). HN+Si menghasilkan penurunan konversi pakan sebesar 8,09% dibandingkan HN. HN+Si juga menghasilkan nilai ekonomis ransum terbaik dengan peningkatan IOFCC sebesar 11,07% dan penurunan RFC sebesar 4,16% dibandingkan perlakuan HN. Kandungan NSP yang tinggi pada ransum *low nutrient* dan *high nutrient contain rice bran* diduga menjadi penyebab tidak efektifnya suplementasi silica aktif sebagai *feed additive* tunggal.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Perusahaan Ceresco Nutrition atas dana dan prasarana penelitian yang telah diberikan.

### Daftar Pustaka

- Amad, A. A., K. Manner, K. R. Wendler, K. Neumann and J. Zentek. 2011. Effects of a phytogenic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *J. Poult. Sci.* 90: 2811–2816.
- Ani, A. O., I. Kalu, L. C. Ugwuowo and E. A. Iloh. 2013. Dietary effect of rice milling waste and supplementary enzyme on performance of broiler chicks. *Afr. J. Biotech.* 12: 5326-5332.
- Anuradha, P. and B. Roy. 2015. Effect of supplementation of fiber degrading enzymes on performance of broiler chickens fed diets containing de-oiled rice bran. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 10: 179-184
- Astuti, D. A. dan Sumiati. 2014. *Bioenergetika Ternak Tropika*. IPB Press, Bogor.
- Brickett, K. E., J. P. Dahiya, H. L. Classen and S. Gomis. 2007. Influence of dietary nutrient density, feed form, and lighting on growth and meat yield of broiler chickens. *J. Poult. Sci.* 86: 2172–2181
- Elmusharaf, M. A., J. J. Cuppen, H. N. A. Grooten, and A. C. Beynen. 2007. Antagonistic effect of electromagnetic field exposure on coccidiosis infection in broiler chickens. *J. Poult. Sci.* 86: 2139–2143.
- Europe Union Commission. 2005. Ban on antibiotics as growth promoters in animal feed enters into effect. Regulation 1831/2003/EC on additives for use in animal nutrition, replacing Directive 70/524/EEC on additives in feed-stuffs. Brussels, 22 December.
- Gallinger, C. I., D. M. Sua'arez and A. Irazusta. 2004. Effects of rice bran inclusion on performance and bone mineralization in broiler chicks. *J. Appl. Poult. Res.* 13: 183-190.
- Hetland, H., M. Choct, and B. Svihus. 2004. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *J. World's Poult Sci.* 60: 415-422.
- Humer, E., C. Schwarz, and K. Schedle. 2014. Phytate in pig and poultry nutrition. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 99: 605-625.
- Jarmani, S. N. dan A. G. Nataamijaya. 2001. Penampilan ayam ras pedaging dengan menambahkan tepung lempuyang (*zingiber aromaticum val*) di dalam ransum dan kemungkinan pengembangannya. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- Jequier, E. and F. Constant. 2010. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *EJCN* 64: 115–123.
- Kasula, R. 2015. Silica+ A Natural and Unique Concept for Improving Animal Performance and Farm Environment. Ceresco Nutrition, Canada.
- Kumar, V., A. K. Sinha, H. P. S. Makkar, and K. Becker. 2010. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *J. Food Chem.* 120: 945-959.
- Leeson, S. and J. D. Summers. 2005. *Commercial Poultry Nutrition*. Ed ke-3. University Books, Canada.
- Li, W., Y. Guo, J. Chen, R. Wang, Y. He, and D. Su. 2010. Influence of lighting schedule and nutrient density in broiler chickens: effect on growth performance, carcass traits and meat

- quality. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 23: 1510-1518.
- Maradon, G. G., Sumiati, R. Mutia, dan W. Winarsih. 2017. Evaluasi penggunaan silika+ sebagai feed additive terhadap metabolisme mineral, status kesehatan dan kualitas ekskreta broiler. Buletin Peternakan 41: 1-10.
- Mateos, G. G., E. Jimenez-Moreno, M. P. Serrano and P. Lazaro. 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. J. Appl. Poult. Res. 21: 159-174.
- Mirshekar, R., B. Dastar, B. Shabanpour and S. Hassani. 2013. Effect of dietary nutrient density and vitamin premix withdrawal on performance and meat quality of broiler chickens. J. Sci. Food Agric. 93: 2979-2985.
- Mujahid, A., M. Asif, I. Haq, M. Abdullah and A. H. Gilani. 2003. Nutrient digestibility of broiler feeds containing different levels of variously processed rice bran stored for different periods. J. Poult. Sci. 82: 1438-1443.
- Nielsen, B. L. 2004. Behavioural aspects of feeding constraints: do broilers follow their gut feelings. Appl. Anim. Behav. Sci. 86: 251-260.
- Phromkunthong, W. 2015. Effect of silica supplement on growth performance and health condition of juvenile shrimp. Aqua Culture Asia Pasific 11: 43-46.
- Republik Indonesia. 2009. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan: Pasal 22 ayat 4c. Sekretariat Negara, Jakarta.
- Sibbald, I. R. and M. S. Wolynetz. 1985. Relationships between estimates of bioavailable energy made with adults cockerels and chick, effects of feed intake and nitrogen retention. J. Poult. Sci. 64: 127-138.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika. Ed ke-2. Sumantri B, penerjemah. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sumiati. 2005. Rasio molar asam fitat : zn untuk menentukan suplementasi zn serta penambahan enzim fitase dalam ransum berkadar asam fitat tinggi. Disertasi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tran, S. T., M. E. Bowman and T. K. Smith. 2015. Effects of a silica-based feed supplement on performance, health, and litter quality of growing turkeys. J. Poult. Sci. 94: 1902-1908.
- Ulupi, N., I. R. H. Soesanto, S. K. Inayah. 2015. Performa ayam broiler dengan pemberian serbuk pinang sebagai *feed additive*. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan. 03: 8-11.
- Wenk, C. 2000. Recent advances in animal feed additives such as metabolic modifiers, antimicrobial agents, probiotics, enzymes and highly available minerals review. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 13: 86-95.
- Williams, P. E. V., P. A. Geraert, G. Uzu and G. Annison. 1997. Factors affecting non-starch polysaccharide digestibility in poultry. J. CIHEAM: 125-135.
- Yamabhai, M., S. Chumseng, K. Yoohat and W. Srila. 2014. Diverse biological effects of electromagnetic-treated water. J. Homeopathy 103: 186-192.