

Kombinasi Perlakuan Penggunaan Bungkil Biji Jarak Pagar Terfermentasi dan Penambahan Enzim terhadap Energi Termetabolis, Retensi N, P, Ca dan Serat Kasar Tercerna

YENNI YUSRIANI¹, T. TOHARMAT², SUMIATI², E. WINA³ dan A. SETIYONO⁴

²Fakultas Peternakan, Ilmu Nutrisi dan Pakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

³Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002

⁴Fakultas Kedokteran Hewan, Patologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor

(Diterima dewan redaksi 15 Juli 2011)

ABSTRACT

YUSRIANI, Y., T. TOHARMAT, SUMIATI, E. WINA and A. SETIYONO. 2011. Effect of fermented *Jatropha curcas* meal combined with enzymes on metabolizable energy, retention of N, P, Ca and digestible crude fiber. *JITV* 16(3): 163-172.

Jatropha curcas meal (JCM) contain high protein, but its utilization as feed ingredient is limited by the presence of several anti nutritive and toxic compounds. A research has been conducted in the Faculty of Animal Husbandry IPB to determine the values of metabolizable energy, crude fiber digestibility, retention of nitrogen, calcium and phosphorous of JCM fermented using *Rhizopus oligosporus* or of fermented JCM supplemented with enzymes on chickens. In this experiment 25 of ten weeks old chickens were used (20 chickens were fed experimental diets, and 5 chickens were used to measure endogenous energy). A Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatments and 4 replications was used in this experiment. The experimental diets were R0 = basal diet without JCM; R1 = the diet contained unprocess JCM 5%; R2 = the diet contained fermented JCM 5% + cellulase 20.000 U/kg; R3 = the diet contained 5% of fermented JCM + phytase 1000 FTU/kg; R4 = the diet contained 5% of fermented JCM + cellulase 20.000 U/kg + phytase 1000 FTU/kg. The parameters measured were Metabolizable Energy (ME, Men, TME, TME_n) digestibility of crude fiber and retention of calcium, phosphorus and nitrogen. The result indicated that fermented JCM supplemented enzyme phytase, cellulase as well as enzyme combination increased metabolizable energy. Nitrogen retention was improved highest significantly ($P < 0.01$) by feed of fermented JCM supplemented enzyme compared to control diet or diet containing untreated JCM. The fermented JCM supplemented with phytase enzyme (R3) gave the highest nitrogen retention (76.73%). The highest value of digested crude fibre (24.65%) was on the diet containing fermented JCM supplemented with cellulase (R2). The calcium retention improved significantly ($P < 0.05$) with diet containing fermented JCM supplemented enzyme compared to that of the diet containing untreated JCM. It can be concluded that fermented JCM supplemented enzymes cellulase, phytase and its combination increased the value of metabolizable energy, digestibility of crude fiber and nitrogen retention.

Key Words: Chicken, JCM Fermented, Enzymes, Metabolic Energy

ABSTRAK

YUSRIANI, Y., T. TOHARMAT, SUMIATI, E. WINA dan A. SETIYONO. 2011. Kombinasi perlakuan penggunaan bungkil biji jarak pagar terfermentasi dan penambahan enzim terhadap energi termetabolis, retensi N, P, Ca dan serat kasar tercerna. *JITV* 16(3): 163-172.

Bungkil biji jarak pagar (BBJP) mengandung protein tinggi, namun pemanfaatannya sebagai bahan baku pakan dibatasi adanya dengan kandungan senyawa antinutrisi dan racun. Penelitian telah dilakukan di Fakultas Peternakan IPB untuk mengetahui nilai energi termetabolis, serat kasar tercerna, retensi nitrogen, kalsium dan fosfor pakan yang mengandung BBJP terfermentasi menggunakan *Rhizopus oligosporus* dan penambahan enzim pada ayam kampung. Penelitian menggunakan ayam berumur 10 minggu sebanyak 25 ekor (20 ekor diberi ransum uji, 5 ekor untuk mengukur energi endogenous). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Ransum perlakuan yaitu: R0 = Ransum tanpa BBJP; R1 = ransum + BBJP tanpa diolah 5%; R2 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg; R3 = ransum + BBJP fermentasi 5% + fitase 1000 FTU/kg; R4 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg + fitase 1000 FTU/kg. Peubah yang diamati energi termetabolis meliputi EMS, EMS_n, EMM, EMM_n dan serat kasar tercerna, retensi kalsium, fosfor dan nitrogen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian BBJP fermentasi 5% dan suplementasi enzim selulase dan fitase dan kombinasi enzim meningkatkan energi termetabolis. Retensi nitrogen meningkat ($P < 0,01$) dengan penggunaan BBJP fermentasi dan enzim dibandingkan dengan penggunaan ransum kontrol maupun ransum BBJP tanpa diolah. Retensi nitrogen yang tertinggi pada R3 yaitu sebesar 76,73%. Serat kasar tercerna terbaik didapat pada perlakuan BBJP fermentasi dengan suplementasi enzim selulase (R2) sebesar 24,65% dan retensi kalsium nyata ($P < 0,05$) meningkat dengan penggunaan BBJP fermentasi dan enzim dibandingkan dengan penggunaan ransum BBJP tanpa diolah. Dapat disimpulkan bahwa kombinasi penambahan bungkil biji jarak pagar fermentasi dengan suplementasi enzim yang berbeda meningkatkan nilai energi termetabolis, kecernaan serat, retensi N, Ca dan P pakan pada ayam kampung dibandingkan ransum BBJP tanpa diolah dan tanpa enzim.

Kata Kunci: Ayam Kampung, BBJP Fermentasi, Enzim, Energi Termetabolis

PENDAHULUAN

Produktivitas tanaman jarak pagar berkisar antara 3,5-4,5 kg biji/pohon/tahun dari tingkat produksi stabil setelah tanaman berumur lebih dari satu tahun, dimana tanaman jarak pagar dapat berumur sampai 20 tahun. Pada populasi tanaman antara 2500-3300 pohon/ha, tingkat produktivitasnya berkisar antara 8-15 ton biji/ha. Apabila rendemen minyak sebesar 35% maka tiap hektar lahan dapat dihasilkan 2,5 ton/minyak/ha/tahun (HARIADI, 2005) dan bungkil biji jarak pagar pagar sekitar 5,2-9,75 ton/ha/tahun.

Bungkil biji jarak pagar pagar (BBJP) merupakan produk samping industri pengolahan minyak dari biji jarak pagar. Minyak jarak merupakan alternatif energi yang sedang dikembangkan di Indonesia dengan maksud untuk menggantikan sumber energi fosil. Dengan semakin berkembangnya industri minyak jarak maka jumlah bungkil biji jarak pagar yang akan dihasilkan juga akan melimpah (WINA *et al.*, 2010). Dalam proses pemerasan minyak, cangkang yang menutupi biji tidak dibuang, sehingga bungkil biji yang dihasilkan tercampur dengan cangkang (PASARIBU *et al.*, 2009). Hal ini menyebabkan kadar protein bungkil menjadi lebih rendah, kandungan serat dan lignin lebih tinggi.

SUMIATI *et al.* (2008) mendapatkan kandungan protein bungkil biji jarak pagar berkulit yang berasal dari beberapa pabrik pengepresan minyak biji jarak pagar sekitar 22,39-31,41%. Menurut FRANCIS *et al.* (2006) persentase protein murni (*true protein*) pada bungkil biji jarak pagar sangat tinggi, yaitu sekitar 90%, dengan kandungan NBP (non-protein nitrogen) sekitar 7,8-9%. Namun demikian pada bungkil biji jarak pagar, juga terdapat beberapa senyawa antinutrisi dan racun antara lain lectin/curcin, phorbol ester/diterpene esters, tanin, fitat, saponin dan anti trypsin (MAKKAR *et al.*, 1997). Menurut WINA *et al.* (2008) detoksifikasi biji jarak pagar dapat dilakukan melalui proses kombinasi fisik, kimiawi atau biologis yang murah dan mudah diaplikasikan. Penelitian SUMIATI *et al.* (2008) melaporkan bahwa fermentasi bungkil biji jarak pagar dengan *Rhizopus oligosporus* sangat efektif menurunkan kadar lemak dan antitripsin. Akan tetapi bungkil biji jarak pagar terfermentasi tersebut dilaporkan masih mengandung serat kasar dan asam fitat tinggi. Penambahan enzim selulase dan fitase diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan energi maupun mineral terutama P dan Ca.

Penelitian yang akan diuraikan dalam makalah ini merupakan lanjutan dari penelitian terdahulu, yaitu pemanfaatan bungkil biji jarak pagar untuk unggas. Pada penelitian sebelumnya dalam proyek penelitian ini, SUMATI *et al.* (2008) sudah membandingkan antara penambahan bungkil jarak fermentasi dengan penambahan bungkil jarak tanpa diolah tanpa

penambahan enzim. Oleh sebab itu, penelitian ini dirancang untuk tidak lagi membandingkan antara fermentasi dengan tanpa fermentasi tetapi melihat pengaruh kombinasi bungkil jarak fermentasi ditambah suplementasi enzim terhadap ayam kampung. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai energi termetabolis, serat kasar tercerna, retensi nitrogen, kalsium dan fosfor pakan yang mengandung BBJP fermentasi menggunakan *Rhizopus oligosporus* dan penambahan enzim selulase dan fitase pada ayam kampung.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di Fakultas Peternakan, IPB menggunakan 25 ekor ayam kampung, yang berasal dari PT TRIAS FARM Bogor, berumur 10 minggu yang dipelihara secara individu dan ditempatkan secara acak pada tiap kandang. Bahan pakan dianalisis kandungan nutrisi terlebih dahulu untuk dasar penyusunan ransum. BBJP diberikan secara *as feed*. Ransum perlakuan adalah; R0 = ransum tanpa BBJP; R1 = ransum + BBJP tanpa diolah 5%; R2 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg; R3 = ransum + BBJP fermentasi 5% + fitase 1000 FTU/kg; R4 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg + fitase 1000 FTU/kg. Kandang yang digunakan adalah kandang metabolis sebanyak 25 buah (ukuran 20 x 20 x 30 cm) dan masing-masing kandang diisi 1 ekor ayam. Kandang dilengkapi tempat pakan dan minum serta plastik penampung ekskreta. Metode pengukuran retensi dan energi termetabolisme pakan uji dilakukan dengan menggunakan modifikasi metode FARREL (1978), air minum diberikan *ad libitum*. Tabel 1 memperlihatkan komposisi dan kandungan nutrisi pakan ayam perlakuan dan Tabel 2 memperlihatkan komposisi premix yang ditambahkan ke dalam pakan.

Metode pengambilan sampel ekskreta

Untuk mendapatkan sampel endogenous ekskreta maka 5 ekor ayam dipuasakan selama 2 x 24 jam. Pada hari kedua, ayam ditimbang dan ekskreta dikumpulkan untuk analisis selanjutnya. Ayam yang berjumlah 20 ekor dipuasakan pada hari pertama, untuk menghilangkan pengaruh ransum sebelumnya (1x24 jam). Pada hari kedua sampai hari keempat diberi pakan perlakuan. Masing-masing pakan perlakuan diberikan pada 4 ekor ayam. Pengambilan feses dilakukan pada hari kedua, ketiga dan keempat.

Pengambilan ekskreta dilakukan pada pagi hari pukul 6.00 WIB sebelum ayam diberi pakan. Selama pengumpulan ekskreta, setiap ± 2 jam ekskreta disemprot dengan larutan H₂SO₄ encer (0,01%) dengan tujuan agar nitrogen yang ada pada ekskreta tersebut

Tabel 1. Komposisi dan kandungan nutrisi pakan ayam kampung selama penelitian

Komponen	Ransum perlakuan				
	R0	R1	R2	R3	R4
	----- (%) -----				
Jagung kuning	51,23	53,21	53,21	53,21	53,21
Dedak padi	20,50	15,00	14,50	14,50	14,50
Bungkil kacang kedelai	17,00	16,50	16,50	16,50	16,50
BBJP tidak diolah	0	5,00	0	0	0
BBJP fermentasi	0	0	5,00	5,00	5,00
Tepung tulang	7,50	7,00	7,00	7,00	7,00
Minyak sawit	3,00	2,50	3,00	3,00	3,00
Garam	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premiks	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DI – Metionin	0,17	0,19	0,19	0,19	0,19
Total	100	100	100	100	100
Selulase, U/kg	0	0	20.000	0	20.000
Fitase, FTU/kg	0	0	0	1000	1000
Kandungan nutrisi ransum ¹					
EB, kkal/kg	3901	3863	4037	4037	4037
Protein Kasar (%)	17,96	18,36	19,91	19,91	19,91
Lemak (%)	5,79	4,34	4,76	4,76	4,76
Serat kasar (%)	5,09	5,45	6,69	6,69	6,69
Ca (%)	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
P (%)	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09

¹Berdasarkan analisis Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, 2009

Tabel 2. Komposisi premix setiap 1 kg

Komponen	Jumlah (mg)	Komponen	Jumlah (mg)
Vitamin A (IU)	4000000	Choline Chlorida	28000
Vitamin D3 (IU)	800000	DI-Methionin	28000
Vitamin E	4500	L-Lysin	50000
Vitamin K3	450	Ferros	8500
Vitamin B1	450	Copper	700
Vitamin B2	1350	Manganese	18500
Vitamin B6	480	Zinc	14000
Vitamin B12	6	Cobalt	50
Ca-d	2400	Iodine	70
Pantothenate	270	Selenium	35
Folid acid	7200	Antiox.carrier add (kg)	1

Sumber: PT Mensana Aneka Satwa

tidak menguap (dalam bentuk N-amonia). Ekskreta yang terkumpul disimpan dalam *freezer*. Ekskreta yang tersimpan dalam *freezer* kemudian dikeluarkan dan dikondisikan dengan suhu ruang lalu dihomogenisasi. Ekskreta yang sudah homogen ditimbang dan dikeringkan dalam oven 60°C selama 24 jam. Sebelum dilakukan *sampling* untuk analisis laboratorium terlebih dahulu kontaminasi bulu (bila ada) dipisahkan dari ekskreta. Sampel ekskreta yang telah kering halus dan bersih kemudian ditimbang, selanjutnya dianalisis bahan kering protein, energi termetabolis, mineral Ca dan P.

Peubah yang diamati:

1. Pengukuran energi menggunakan Bomb Kalorimetri, Kkal/kg (AOAC, 1984).

- a. Energi termetabolis meliputi Energi termetabolis Semu (EMS)

$$EMS = \frac{(KE - EER)}{KR} \times 1000$$

- b. Energi termetabolis Murni (EMM)

$$EMM = \frac{(KE - (EER - EE))}{KR} \times 1000$$

- c. Energi termetabolis Semu Terkoreksi Nitrogen (EMS_n)

$$EMS_n = \frac{(KE - (EER + E + 8,22 \times RN))}{KR} \times 1000$$

- d. Energi termetabolis Murni Terkoreksi Nitrogen (EMM_n)

$$EMM_n = \frac{(KE - (EER + E - EE + 8,22 \times RN))}{KR} \times 1000$$

EMS = Energi termetabolis semu

EMM = Energi termetabolis murni

EMS_n = Energi termetabolis semu terkoreksi nitrogen

EMM_n = Energi termetabolis semu terkoreksi nitrogen

KE = Konsumsi energi

KR = Konsumsi ransum

EER = Eksresi energi ransum

E = Endogenous

EE = Energi endogenous

RN = Retensi N ransum

8,22 = Nilai yang terkoreksi sebagai asam urat

2. Pengukuran pencernaan nitrogen, serat kasar, fosfor dan kalsium ditentukan menggunakan metode AOAC, 1984. Penentuan penghitungan uji pencernaan untuk nitrogen menggunakan rumus:

- a. $Kons\ N = \frac{NR}{100} \times KR$

- b. $EN = \frac{NF}{100} \times B.\ eks.$

- c. $Ret.\ N\ (g) = Kons.\ N - Eks.\ N$

- d. $Ret\ N\ (\%) = \frac{Retensi\ N(g)}{Kons.\ N} \times 100\%$

KN = Kecernaan Nitrogen

EN = Eksresi Nitrogen

Ret. N = Retensi Nitrogen

NR = N Ransum

NF = N Feses

KR = Konsumsi ransum

B. eks = Berat ekskreta

Kons N = Konsumsi N

Eks. N = Eksresi N

Cara yang sama digunakan untuk menghitung SK, Ca dan P.

Analisis data

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Masing-masing ulangan terdiri dari 1 ekor ayam. Data yang diperoleh diolah secara statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam. Data dianalisis dengan program SPSS 17.0 dan apabila terdapat perbedaan nyata, maka nilai tengah tiap perlakuan diuji dengan uji jarak berganda Duncan (STEEL dan TORRIE, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian bungkil biji jarak pagar baik yang diolah maupun yang tidak diolah dalam ransum pada penelitian ini dibatasi sebanyak 5% dari total ransum. Senyawa racun di dalam bungkil yang tidak diolah dikhawatirkan akan menimbulkan efek negatif terhadap konsumsi pakan maupun performansnya bila BBJP diberikan dalam jumlah yang lebih tinggi dari 5%. PASARIBU *et al.* (2009), melaporkan bahwa pemberian 4% BBJP yang tidak diolah dalam pakan menyebabkan kematian ayam broiler sebanyak 28% dalam 2 minggu. Sementara itu, pemberian BBJP pada level 5% pada ayam kampung tidak menimbulkan kematian, baru pada level 20% konsumsi pakan maupun bobot badan mulai terhambat (SUMIATI *et al.*, 2011). Pengukuran energi termetabolis pada percobaan ini menggunakan metode FARREL sehingga ayam mengkonsumsi pakan secara bebas terbatas tanpa dipaksakan/dicekok seperti pada metode SIBBALD (1978). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa konsumsi ransum tidak nyata

($P > 0,05$) dipengaruhi oleh perlakuan ransum. Hal ini disebabkan kualitas ransum yang diberikan selama penelitian tidak berbeda sehingga ketersediaan zat gizi yang digunakan sama dimana semua jenis perlakuan ransum mempunyai palatabilitas yang sama. Hasil penelitian ini sesuai dengan yang dilaporkan KORNEGAY *et al.* (1996) bahwa suplementasi enzim fitase tidak mempengaruhi konsumsi ransum. Oleh sebab itu, konsumsi pakan R0-R4 selama 4 hari berturut-turut 162; 171; 162; 159 dan 164 g/ekor. Ini menunjukkan bahwa pemberian 5% BBJP fermentasi tidak menimbulkan efek negatif terhadap konsumsi pakan.

Energi termetabolis (EMS, EMM, EMSn dan EMMn)

Nilai EMM lebih tinggi dari nilai EMS, karena EMM memperhitungkan nilai energi endogenous yang disekresikan oleh ayam yang dipuaskan selama 48 jam. Pada penelitian ini energi endogenous yang diproduksi oleh ayam adalah 23,15 kkal/ekor. Sejumlah energi tersebut berasal dari katabolisme jaringan tubuh untuk kebutuhan hidup pokok pada saat dipuaskan, dan sebagian lagi berasal dari produk akhir yang mengandung nitrogen (WOLYNETZ dan SIBBALD, 1984). Hasil perlakuan pemberian BBJP fermentasi dan penambahan enzim terhadap kandungan energi termetabolis ransum ayam kampung disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan uji lanjut untuk nilai EMS, EMSn, EMM dan EMMn didapatkan pengaruh yang sama yaitu perlakuan R1 dan R2 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dengan perlakuan R0, R3 dan R4 tapi perlakuan R0, R3 dan R4 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Dari percobaan ini terlihat bahwa bungkil biji jarak pagar tanpa diolah dalam taraf 5%, menurunkan energi termetabolis pakan secara nyata ($P < 0,05$). Keberadaan senyawa racun atau senyawa

antinutrisi dalam bungkil biji jarak pagar tanpa diolah, kemungkinan akan mengganggu fungsi organ pencernaan dan aktivitas enzim-enzim pencernaan (WINA *et al.*, 2010). Oleh sebab itu, sumber energi di dalam pakan menjadi kurang dapat didegradasi oleh enzim-enzim pencernaan sehingga energi termetabolis pakan menjadi turun. Alasan lain turunnya energi termetabolis karena kandungan lemak (*fat*) dalam bungkil biji jarak pagar mungkin tidak mudah didegradasi oleh enzim pencernaan, karena terlindungi atau terikat dengan senyawa lainnya.

Pengolahan fermentasi BBJP secara dan penambahan enzim dapat meningkatkan nilai EMS, pada perlakuan R3 dan R4 berturut-turut sebesar 10,94%; 11,53% dan EMSn sebesar 10,05% dan 10,77% dibandingkan dengan ransum yang mengandung BBJP tanpa diolah. Peningkatan untuk EMM dan EMMn pada perlakuan R3 dan R4 berturut-turut sebesar 10,82%, 11,21% dan 10%, 10,46% dibandingkan dengan ransum yang mengandung BBJP tanpa diolah. Perlakuan R2 yaitu kombinasi pemberian BBJP fermentasi dan enzim selulase tidak mampu meningkatkan termetabolis energi pakan, walaupun ada sedikit peningkatan dibandingkan dengan R1. Hasil ini sejalan dengan percobaan sebelumnya yang dilaporkan NURBAETI (2005), yaitu energi termetabolis tidak berbeda nyata antara BBJP yang tidak diolah dengan BBJP yang difermentasi ketika digunakan sebanyak 20% di dalam ransum. Penambahan enzim selulase komersial yang dilaporkan RAMLI *et al.* (2005) juga tidak mampu meningkatkan energi termetabolis pada dedak gandum. KOCHER *et al.* (2003) melakukan percobaan dengan berbagai enzim dan mendapatkan hasil bahwa enzim selulase tidak dapat meningkatkan energi termetabolis pada ransum kontrol. Kocher memberikan penjelasan bahwa kerja enzim selulase untuk memberi efek positif, sangat tergantung dari bahan yang digunakan dan kandungan energi serta protein pakan.

Tabel 3. Rataan energi termetabolis (EMS, EMSn, EMM, dan EMMn) ransum yang diuji pada ayam kampung umur 10 minggu

Peubah	Perlakuan				
	R0	R1	R2	R3	R4
EMS (kkal/kg)	3141 ^B ±26	2851 ^A ±62	2913 ^A ±127	3163 ^B ±30	3180 ^B ±101
EMSn (kkal/kg)	2977 ^B ±31	2692 ^A ±56	2727 ^A ±20	2962 ^B ±29	2981 ^B ±87
EMM (kkal/kg)	3285 ^B ±26	2986 ^A ±63	3056 ^A ±21	3309 ^B ±30	3321 ^B ±100
EMMn (kkal/kg)	3121 ^B ±32	2827 ^A ±58	2870 ^A ±14	3108 ^B ±31	3122 ^B ±86

Superskrip dengan huruf besar berbeda pada pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

R0 = ransum tanpa BBJP

R1 = ransum + BBJP tanpa diolah 5%

R2 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg

R3 = ransum + BBJP fermentasi 5% + fitase 1000 FTU/kg

R4 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg + fitase 1000 FTU/kg

Dalam perlakuan R3 dan R4 enzim fitase ditambahkan dalam ransum yang mengandung bungkil biji jarak pagar fermentasi. Kombinasi enzim fitase dan selulase dalam R4, tidak memberikan efek sinergis yang lebih baik dibandingkan dengan R3 yang hanya menggunakan enzim fitase. Hal ini berarti peningkatan energi lebih disebabkan oleh kerja enzim fitase. (KORNEGAY, 2001; WOYENGO *et al.*, 2011), merangkum dari beberapa penelitian tentang penambahan enzim fitase untuk unggas dan mendapatkan hasil adanya peningkatan energi termetabolis semu (EMS) setelah penambahan fitase. Kombinasi perlakuan dosis enzim dan *steam* dapat meningkatkan nilai EMS, EMSn, EMM dan EMMn (WARDINI *et al.*, 2004).

Retensi Nitrogen

Hasil perhitungan konsumsi, ekskresi dan retensi nitrogen ransum perlakuan BBJP fermentasi dan penambahan enzim yang diberikan pada ayam kampung disajikan pada Tabel 4.

Jumlah nitrogen yang ditahan oleh tubuh (retensi nitrogen) dalam gram atau dalam persentase terhadap konsumsi Nitrogen, tidak berbeda antara R1 (pakan yang mengandung BBJP tanpa diolah) dan R0 (kontrol). Berdasarkan uji lanjut untuk persentase retensi nitrogen didapatkan bahwa untuk perlakuan R1 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan R3 dan R4. Perlakuan R0 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan R1 dan R2 maupun R3 dan R4. Analisis statistik menunjukkan bahwa ransum yang mengandung bungkil biji jarak pagar yang diolah secara biologis (yang difermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* dan penambahan enzim) nyata ($P < 0,05$) meningkatkan retensi nitrogen dibandingkan dengan kontrol (tanpa pengolahan). Ransum yang diberi perlakuan tanpa pengolahan (R1) retensi nitrogennya nyata paling rendah yaitu 66,02%. BBJP tanpa diolah mengandung protein yang tinggi, tetapi pengaruh panas dan proses pengepresan biji jarak pagar akan mengakibatkan protein terdenaturasi dan menyebabkan pencernaan protein dalam bungkil biji jarak pagar rendah. BHATTY *et al.* (2000), melaporkan terjadinya penurunan komposisi asam amino pada *mung bean* (*Vigna radiata*) yang diberi perlakuan panas 100°C selama 30-40 menit.

Ransum yang mengandung bungkil biji jarak pagar yang diberi perlakuan biologis (difermentasi dengan *Rhizopus oligosporus*) menghasilkan retensi nitrogen paling tinggi. Semakin tinggi retensi nitrogen berarti semakin banyak nitrogen yang dapat diserap untuk dimanfaatkan oleh unggas (NRC, 1994). Fermentasi *Rhizopus oligosporus* merupakan kapang yang digunakan untuk pembuatan tempe. Enzim protease yang dihasilkan oleh *Rhizopus oligosporus* akan memecah protein bungkil menjadi asam amino dan

nitrogen yang mudah diserap oleh tubuh unggas. HAN *et al.* (2003) melaporkan bahwa *R. oligosporus* menghasilkan enzim protease, lipase, α -amilase, glutaminase, dan α -galactosidase. Adanya enzim-enzim tersebut dapat memecah molekul yang besar menjadi yang kecil dan dapat diserap tubuh sehingga meningkatkan pencernaan dan retensi senyawa-senyawa yang dibutuhkan oleh tubuh.

Data yang diperoleh pada penelitian ini mengindikasikan, bahwa faktor pembatas yang terdapat pada BBJP lebih besar. HSIAO *et al.* (2006), menyatakan faktor pembatas akan berpengaruh terhadap penyerapan protein yang terlihat dari jumlah N yang diretensi. Penambahan enzim selulase akan memecah selulose yang merupakan komponen didindingkan dengan sel, sehingga dinding sel menjadi terbuka dan memudahkan isi sel dicerna oleh enzim-enzim pencernaan. Tetapi dalam percobaan ini retensi N pada R2 (+ enzim selulase) hanya cenderung meningkat walaupun tidak nyata berbeda. SELLE *et al.* (2003) melaporkan bahwa pemberian enzim pemecah dinding sel dapat meningkatkan nilai retensi nitrogen sebesar 12,9%. HARDINI (2010), yang menggunakan fermentasi dedak padi mendapatkan persentase retensi nitrogen untuk unggas sebesar 51%.

Retensi Fosfor dan Kalsium

Hasil perlakuan pemberian BBJP fermentasi dan penambahan enzim pada ayam kampung terhadap retensi fosfor dan kalsium disajikan pada Tabel 5 dan 6. Berdasarkan uji lanjut untuk persentase retensi fosfor didapatkan bahwa perlakuan R0 berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan R2, tapi tidak berbeda ($P > 0,05$) dengan perlakuan R3 maupun R4. Persentase retensi fosfor pada perlakuan dengan pemberian pakan mengandung BBJP tanpa diolah (R1) tidak ditampilkan dalam makalah ini karena adanya kesalahan teknis. Tetapi diduga nilai retensi fosfor R1 tidak berbeda nyata dengan R3. Penelitian sebelumnya yang dilaporkan oleh SUMIATI *et al.* (2011) mendapatkan bahwa nilai retensi fosfor pada ayam yang diberi pakan yang mengandung 20% BBJP tanpa diolah sebesar 0,22 dan pada pakan yang mengandung BBJP fermentasi retensi P meningkat 38%. Pada percobaan ini, BBJP fermentasi 5% dan penambahan enzim fitase (R3) memberikan retensi fosfor lebih tinggi dibandingkan dengan R2 dan R4. Hal ini membuktikan bahwa walaupun konsumsi fosfor pada R3 paling sedikit, namun mampu menghasilkan retensi yang cukup tinggi, artinya banyak fosfor yang tertahan di dalam tubuh dan dapat dimanfaatkan oleh tubuh.

Penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian SEBASTIAN *et al.*, (1996), yang menyatakan enzim fitase yang ditambahkan dalam ransum akan

berkompetisi dengan Ca dalam mengambil posisi aktif dari fitat, kompetisi ini mengakibatkan fitat tidak terhidrolisis secara sempurna. Akan tetapi penelitian ini diperkuat dengan hasil SUMIATI *et al.* (2008), yang mendapatkan retensi fosfor sebesar 1,06 gram dengan menggunakan bungkil biji jarak pagar fermentasi *Rhizopus oligosporus* yang memiliki asupan tertinggi P dibandingkan dengan perlakuan kimia dan fisika. Retensi P meningkat karena perlakuan fermentasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fitat yang terkandung dalam jatropha 10,18% dipecah oleh enzim fitase yang dihasilkan oleh *Rhizopus oligosporus* tetapi masih ada fitat yang tertinggal dalam BBJP fermentasi yaitu 7,45%. Penambahan enzim fitat akan memecah fitat yang tersisa dalam BBJP fermentasi dan fitat yang ada di dalam dedak padi. Dedak padi juga merupakan bahan pakan yang digunakan dalam penelitian ini enzim fitase akan menghidrolisis fitat sehingga mineral P yang terikat dapat terlepas dari ikatannya dan diserap oleh tubuh.

Berdasarkan hasil uji lanjut untuk persentase retensi kalsium perlakuan R0 tidak berbeda nyata dengan perlakuan R2, R3 dan R4 tapi berbeda dengan R1, tetapi perlakuan R1 tidak berbeda nyata dengan R2, R3 dan R4. Ekskresi kalsium berhubungan dengan jumlah masukan kalsium dan efisiensi metabolismenya. Absorpsi kalsium dapat dihambat oleh senyawa - senyawa garam kalsium tidak larut (WIDODO, 2002). Senyawa garam yang tidak larut ini dibentuk dari ikatan antara asam fitat atau asam oksalat dengan kalsium, yang menyebabkan ketersediaan kalsium dalam pakan berkurang (PILIANG, 2002). SUMIATI *et al.* (2008), melaporkan bahwa retensi kalsium pada broiler dengan menggunakan bungkil biji jarak pagar fermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* memiliki asupan tertinggi Ca sebesar 1,46 g. Retensi kalsium meningkat karena perlakuan fermentasi (80% ransum basal + 20% perlakuan BBJP secara biologi) dibandingkan dengan perlakuan secara fisika (80% ransum basal + 20% perlakuan BBJP) dan kimiawi (80% ransum basal +

Tabel 4. Rataan retensi nitrogen pada ayam kampung umur 10 minggu

Peubah	Perlakuan				
	R0	R1	R2	R3	R4
Konsumsi N (g)	4,65 ^A ±0,29	5,04 ^{AB} ±0,12	5,17 ^{AB} ±0,27	5,05 ^{AB} ±0,22	5,24 ^B ±0,25
Eksresi N (g)	1,23 ^{AB} ±0,11	1,52 ^B ±0,19	1,30 ^{AB} ±0,12	0,98 ^A ±0,03	1,08 ^A ±0,36
Retensi N (g)	2,23 ^a ±0,17	3,33 ^{ab} ±0,27	3,68 ^{ab} ±0,33	3,88 ^b ±0,25	3,97 ^b ±0,48
Retensi N (%)	69,45 ^{AB} ±2,64	66,02 ^A ±4,23	71,03 ^{AB} ±3,18	76,73 ^B ±1,64	75,72 ^B ±7,36

Superskrip dengan huruf besar berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

R0 = ransum tanpa BBJP

R1 = ransum + BBJP tanpa diolah 5%

R2 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg

R3 = ransum + BBJP fermentasi 5% + fitase 1000 FTU/kg

R4 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg + fitase 1000 FTU/kg

Tabel 5. Rataan retensi fosfor pada ayam kampung umur 10 minggu

Peubah	Perlakuan			
	R0	R2	R3	R4
Konsumsi P (g)	1,76±0,11	1,79±0,09	1,72±0,07	1,79±0,09
Ekresi P (g)	0,79 ^a ±0,03	0,98 ^b ±0,04	0,85 ^{ab} ±0,09	0,97 ^b ±0,11
Retensi P (g)	0,97±0,09	0,82±0,12	0,88±0,12	0,82±0,13
Retensi P (%)	54,86 ^b ±1,67	45,33 ^a ±4,66	50,72 ^{ab} ±6,03	45,70 ^{ab} ±6,39

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

R0 = ransum tanpa BBJP

R1 = Tidak ditampilkan, ada kesalahan teknis

R2 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg

R3 = ransum + BBJP fermentasi 5% + fitase 1000 FTU/kg

R4 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg + fitase 1000 FTU/kg

Tabel 6. Rataan retensi kalsium pada ayam kampung umur 10 minggu

Peubah	Perlakuan				
	R0	R1	R2	R3	R4
Konsumsi Ca (g)	1,47±0,09	1,56±0,04	1,48±0,08	1,44±0,06	1,49±0,07
Eksresi Ca (g)	0,89 ^a ±0,04	1,17 ^b ±0,11	1,09 ^{ab} ±0,06	0,98 ^{ab} ±0,11	0,93 ^a ±0,22
Retensi Ca (g)	0,58±0,107	0,3±0,11	0,39±0,09	0,47±0,15	0,56±0,19
Retensi Ca (%)	39,05 ^b ±4,85	24,82 ^a ±6,73	25,93 ^{ab} ±5,42	32,03 ^{ab} ±9,27	37,88 ^{ab} ±13,43

Superskrip dengan huruf kecil berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

R0 = ransum tanpa BBJP

R1 = ransum + BBJP tanpa diolah 5%

R2 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg

R3 = ransum + BBJP fermentasi 5% + fitase 1000 FTU/kg

R4 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg + fitase 1000 FTU/kg

20% perlakuan BBJP). Pada penelitian ini hasil retensi kalsium lebih rendah yaitu berkisar antara 0,39 sampai 0,56 g, hal ini diduga karena pemberian level BBJP dengan retensi P. Penambahan fitase maupun kombinasi enzim fitase dan selulase bersama dengan BBJP fermentasi akan meningkatkan retensi kalsium dibandingkan dengan pemberian BBJP tanpa diolah (R1). Enzim fitase selain melepaskan mineral P, juga akan melepaskan mineral Ca yang terikat dengan fitat seperti dilaporkan oleh LEYTEM (2007).

Kecernaan serat kasar

Hasil perlakuan pemberian BBJP fermentasi dan penambahan enzim pada ayam kampung terhadap kecernaan serat kasar disajikan pada Tabel 7.

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa rataan persentase serat kasar yang tercerna oleh ayam antara perlakuan R0, R2, R3 dan R4 berbeda nyata dengan R1. Rataan kecernaan serat kasar pada perlakuan R2 yaitu ransum dengan pemberian selulase 20.000 U/kg lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan R3 dan R4.

Kecernaan terendah didapat pada perlakuan R1 yaitu sebesar 16,64%, pada perlakuan BBJP tanpa diolah. Hasil analisis proksimat untuk serat kasar BBJP sebelum fermentasi sebesar 32,58%. PASARIBU *et al.*, (2009), menyatakan cangkang yang tercampur dalam BBJP menyebabkan serat kasar, NDF dan ADF masih cukup tinggi dan merupakan faktor pembatas dalam pemakaiannya sebagai sumber pakan unggas.

Kecernaan serat kasar pada perlakuan R2 yaitu sebesar 24,65%, disebabkan oleh enzim selulase yang efektif menghidrolisis serat dalam dinding sel sehingga

meningkatkan kecernaan serat kasar. Fermentasi bisa menghasilkan enzim pemecah serat. Enzim dalam *R. oligosporus* ikut berperan dalam memecah dinding sel dari BBJP, sehingga pada R2 peningkatan serat kasar merupakan proses fermentasi. Meningkatnya kecernaan zat makanan dan ketersediaan energi diakibatkan oleh degradasi enzim pada *endosperm* dinding sel (JIA *et al.*, 2009; GUTIERREZ DEL ALAMO *et al.*, 2008; FABYANSKA *et al.*, 2007).

Meningkatnya energi termetabolis dan menurunnya kecernaan serat kasar pada R4 dan R3 (selain terhadap R1) menunjukkan indikasi yang sama dengan penelitian RAMLI *et al.* (2005), aktivitas selulase enzim mampu memutus ikatan polisakarida sehingga kecernaannya meningkat, terlihat dengan turunnya kandungan serat kasar yang mendapat perlakuan enzim dibandingkan dengan kontrol tapi lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan BBJP tanpa diolah. Penelitian TIRAJOH *et al.* (2010), yang menggunakan enzim fitase 1000 unit/kg dalam ransum pada ayam broiler menghasilkan kecernaan serat kasar sebesar 26,95%.

KESIMPULAN

Kombinasi penambahan bungkil biji jarak pagar terfermentasi dengan enzim yang berbeda meningkatkan energi termetabolis, retensi nitrogen dan serat kasar. Enzim fitase memberikan efek yang lebih baik dari pada enzim selulase atau campuran fitase+selulase dalam kombinasi dengan BBJP fermentasi dalam meningkatkan energi termetabolis dan retensi nitrogen.

Tabel 7. Rataan kecernaan serat kasar pada ayam kampung umur 10 minggu

Peubah	Perlakuan				
	R0	R1	R2	R3	R4
Konsumsi SK (g)	8,23 ^A ±0,51	9,34 ^B ±0,22	10,86 ^C ±0,56	10,61 ^C ±0,45	10,99 ^C ±0,53
Ekskresi SK (g)	6,15 ^A ±0,41	7,79 ^B ±0,19	8,19 ^B ±0,57	8,07 ^B ±0,38	8,29 ^B ±0,29
SK Tercerna (g)	2,11 ^B ±0,11	1,56 ^A ±0,07	2,67 ^C ±0,14	2,53 ^C ±0,21	2,69 ^C ±0,23
SK Tercena (%)	25,58 ^B ±0,49	16,64 ^A ±0,59	24,65 ^B ±1,70	23,89 ^B ±1,63	24,52 ^B ±0,96

Superskrip dengan huruf besar berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

R0 = ransum tanpa BBJP

R1 = ransum + BBJP tanpa diolah 5%

R2 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg

R3 = ransum + BBJP fermentasi 5% + fitase 1000 FTU/kg

R4 = ransum + BBJP fermentasi 5% + selulase 20.000 U/kg + fitase 1000 FTU/kg

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. The Association of Official Analytical Chemists. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. HARWITZ, W. (Ed.), Benjamin Franklin Station, Washington.
- BHATTY, N, A.H. GILANI and S.A. NAGRA. 2000. Nutritional value of mung bean (*Vigna radiata*) as effected by cooking and supplementation. *ALAN*. 50: 374-379.
- FABYJANSKA, M., D. GRUSZEEKA, KOSIERADZKAI, A. MIEZKOWSKA and S. SMULIKOWSAKA. 2007. Effect of feed enzymes on nutritive value of hybrid triticalex agrotriticum kernels for broiler chickens. *J. Anim. Feed Sci*. 16: 225-231.
- FARREL, D.J. 1978. Rapid determination of metabolizable energy of food using cockerels. *Br. Poult. Sci*. 19: 303-330.
- GUTIERREZ DEL ALAMO, A., M.W.A. VERSTEGEN, L.A. DEN HARTOG, P. PEREZ DE AYALA and M.J. VILLAMIDE. 2008. Effect wheat cultivar and enzyme addition to broiler chicken diets on nutrient digestibility, performance and apparent metabolizable energy content. *Poult. Sci*. 87: 759-767.
- HAN, B.Z., Y. MA, F.M. ROMBOUTS and M.J. ROBERT NOUT. 2003. Effects of temperature and relative humidity on growth and enzyme production by *Actinomucor elegans* and *Rhizopus oligosporus* during sufu pehtze preparation. *Food Chem*. 81: 27-34.
- HARDINI, D. 2010. The nutrient evaluation of fermented rice bran as poultry feed. *Poult. Sci* 9: 152-154.
- HARIADI. 2005. Budidaya tanaman jarak (*Jatropha curcas*) sebagai sumber bahan alternatif biofuel. Pros. Seminar Fokus Grup Diskusi (FGD) Tema Prospektif Sumberdaya Lokal Bioenergi pada Deputi Bidang Pengembangan Sisteknas. KMNRT. Serpong, 14-15 September 2005. Serpong.
- HSIAO, H.Y., D.M. ANDERSON and N.M. DALE. 2006. Level of beta-mannan in soybean meal (research note). *J. Poult. Sci*. 85: 1430-1432.
- JIA, W., B.A. SLOMINSKI, H.L. BRUCE, G. BLANK, G. CROW and O. JONES. 2009. Effect of diet type and enzyme addition on growth performance and gut health of broiler chickens during subclinical *Clostridium perfringens* challenge. *Poult. Sci*. 88: 132-140.
- KOCHER, A., M. CHOCT, G. ROSS, J. BROZ and T.K. CHUNG. 2003. Effects of enzyme combinations on apparent metabolizable energy of corn-soybean meal-based diets in broilers. *Poult. Sci*. 12: 275-283.
- KORNEGAY, E.T. 2001. Digestion of phosphorus and other nutrients: The role of phytases and factors influencing their activity. *In: Enzymes in Farm Animal Nutrition*. BEDFORD, M.R. and G.G. PARTRIDGE (Eds.). CABI International. pp. 237-271.
- KORNEGAY, E.T., D.M. DENBOW, Z. YI and V. RAVINDRAN. 1996. Response of broiler to graded levels of natuphos phytase added to corn-soybean meal-based diets containing three levels of non-phytate phosphorus. *Br. J. Nutr*. 75: 839-852.
- LEYTEM, A.B., P.W. PLUMSTEAD, R.O. MAGUIRE, P. KWANYUEN and J. BRAKE. 2007. What aspect of dietary modification in broilers controls litter water-soluble phosphorus: dietary phosphorus, phytase, or calcium? *J. Environ. Qual*. 36: 453-463.
- MAKKAR, H.P.S., K. BECKER, F. SPORER and M. WINK. 1997. Studies on nutritive potential and toxic. constituents of different provenances of *Jatropha curcas*. *J. Agric. Food Chem*. 45: 3152-3157.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). 1994. Nutrient Requirement of Poultry. 9th Revised Edition. National Academy Press, Washington.

- NURBAETI. 2005. Efisiensi Penggunaan Protein dan Energi termetabolis Ransum ayam Broiler yang Mengandung Bungkil Biji jarak pagar Pagar (*Jatropha curcas*) yang diolah Secara Fisika, Kimia dan Biologis. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- PASARIBU, T, E.WINA, B. TANDENDAJA dan S. ISKANDAR. 2009. Performans ayam yang diberi bungkil biji jarak pagar pagar (*Jatropha curcas*) hasil olahan secara fisik dan kimiawi. *JITV* 14: 11-18.
- PILIANG, W.G. 2002. Nutrisi Mineral. Ed. V. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- RAMLI, N, R.A. HARYADI dan D.G. DINATA. 2005. Evaluasi kualitas nutrien dedak gandum hasil olahan enzim yang diproduksi *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* pada ransum ayam broiler. *Media Petern.* 28: 124-129.
- SEBASTIAN, S. S.P. TOUCHBURN, E.R. CHAVEZ and P.C. LAGUE. 1996. Efficacy of supplemental microbial phytase of different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens. *J. Poult. Sci.* 75: 1516-1523.
- SELLE, P.H., V. RAVINDRAN, G. RAVINDRAN, P.H. PITTOLO and W.L. BRYDEN. 2003. Influence of phytase and xylanase supplementation on the growth performance and nutrient utilization of broilers offered wheat-based diets. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16: 394-402.
- SIBBALD, I.R. 1978. The effect of age of the assay bird on true metabolizable energy values of feeding stuffs. *Poult. Sci.* 57: 1008-1012.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistik-Suatu Pendekatan Biometrik. BAMBANG SUMANTRI (Penerjemah). PT Gramedia, Jakarta.
- SUMIATI, A. SUDARMAN, I. NURHIKMAWATI and NURBAETI. 2008. Detoxification of *Jatropha curcas* meal as poultry feed. Proc. of the 2nd International Symposium on Food Security, Agricultural Development and Enviromental Conservation in Southeast and East Asia. Bogor, 4-6th September 2007. Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University.
- SUMIATI, FARHANUDDIN, W. HERMANA, A. SUDARMAN, N. ISTICHOMAH and A. SETIYONO. 2011. Performa ayam broiler yang diberi ransum mengandung bungkil biji jarak pagar pagar (*Jatropha curcas L.*) hasil fermentasi menggunakan *Rhizopus oligosporus*. *Media Petern.* Vol: 117-125.
- TIRAJOH, S., W.G. PILIANG dan P.P. KETAREN. 2010. Suplementasi enzim pemecah serat dan fitase terhadap performans ayam broiler. *JITV* 15: 40-46.
- WARDINI, W.W., N. RAMLI dan W. HERMANA. 2004. Ketersediaan energi ransum yang mengandung *Wheat pollard* hasil olahan enzim cairan rumen yang diproses secara *steam pelleting* pada ayam broiler. *Media Petern.* 27: 123-128.
- WIDODO, W. 2002. Nutrisi dan Pakan Unggas Kontekstual. Universitas Muhamadiyah Malang, Malang.
- WINA, E., B. TANGENDAJA, T. PASARIBU dan T. PURWADARIA. 2010. Performans ayam pedaging yang diberi bungkil biji jarak pagar pagar (*Jatropha curcas*) didetoksifikasi dengan perlakuan fermentasi, fisik dan kimia. *JITV* 15: 174-181.
- WINA, E., I.W.R. SUSANA dan T. PASARIBU. 2008. Pemanfaatan bungkil biji jarak pagar pagar (*Jatropha curcas*) dan kendalanya sebagai pakan ternak. *Wartazoa* 18: 1-8.
- WOLYNEZT, M.S., W. WOLYNEZT, M.S.R. SIBBALD and R. SIBBALD. 1984. Relationship between apparent and true metabolizable energy and the effect of a nitrogen correction. *Poult. Sci.* 63: 1386-1399.
- WOYENGO, T.A. and C.M. NYACHOTI. 2011. Review: Supplementation of phytase and carbohydrases to diets for poultry. *J. Anim. Sci.* 91: 177-192.