

EKSTRAKSI MANNAN BUNGKIL INTI SAWIT DAN PENGARUH PEMBERIANNYA TERHADAP PERFORMA AYAM BROILER

**Darwiti, Aripin, Rahma Dhani Dwi Prasetya, Rahayu Asmadini Rosa, Widya Hermana, Rita Mutia,
Erika Budiarti Laconi dan Nahrowi***

Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB, Kampus IPB Darmaga Bogor –
Indonesia

*Korespondensi email: nahrowi@apps.ipb.ac.id

Abstrak. Mannan merupakan sumber biomasa setelah selulosa yang banyak dijumpai pada hasil samping pengolahan minyak inti sawit. Ikatan mannan dihidrolisa menjadi mannose dan mannan oligosakarida yang digunakan sebagai prebiotik bagi pakan ternak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat fisik mannan bungkil inti sawit (BIS) dan pengaruh pemberiannya dalam ransum terhadap performa ayam broiler. Sebanyak 234 ekor ayam broiler strain Ross dibagi menjadi 18 kandang dan diberi dua perlakuan dengan rancangan acak lengkap. Perlakuan terdiri dari P0 = ransum kontrol (mengandung 0% mannan bungkil inti sawit) dan P1 = ransum yang mengandung mannan bungkil inti sawit 0,25%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa performa ayam broiler dengan penambahan mannan bungkil inti sawit dengan kadar 0,25% dapat meningkatkan pertambahan bobot badan, bobot badan akhir, serta menurunkan konversi ransum dan mortalitas ayam broiler namun tidak mempengaruhi konsumsi ransum. IOFC yang dihasilkan dengan penggunaan mannan bungkil inti sawit dalam ransum ayam broiler lebih efisien dalam menghemat biaya pakan selama pemeliharaan. Dapat disimpulkan bahwa mannan bungkil inti sawit mempengaruhi performa produksi ayam broiler serta IOFC dalam ransum yang lebih efisien.

Kata kunci: mannan bungkil inti sawit, performa, ayam broiler

Abstract. Mannan is a source of biomass after cellulose which is often found in the by-product of palm kernel oil processing. Mannans are hydrolyzed to mannose and mannan oligosaccharides which are used as prebiotics for animal feed. This study aimed to evaluate the physical properties of palm kernel cake (BIS) and its application in the ration on the performance of broiler chickens. 234 Ross broiler chickens were divided into 18 cages and given randomly to two treatments in a completely randomized design. The treatments consisted of P0 = control diet (containing 0% mannan meal) and P1 = diet containing 0.25% mannan meal. The results showed that the performance of broiler chickens with the addition of palm kernel cake mannan with a concentration of 0.25% was able to increase body weight gain, final body weight, and reduce ration conversion and mortality of broiler chickens but did not affect feed consumption. Income over feed cost (IOFC) produced by using palm kernel cake mannan in broiler rations is more efficient in saving feed costs during rearing. It can be concluded that mannan from palm kernel cake affects the production performance of broiler chickens and IOFC .

Keywords: Mannan, palm kernel cake, performance, broiler chickens

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bungkil inti sawit merupakan produk hasil ikutan dari proses pemisahan minyak inti sawit yang umumnya merupakan sumber lemak, protein, mineral, dan karbohidrat yang cukup baik (Hanafiah *et al.* 2017). BIS diproduksi dari tandan buah segar (TBS) dengan rendemen sekitar 2-2.5%. Struktur kimia BIS berupa ikatan mannose sebanyak 78%, selulosa 12%, arabinoxylans dan (4-0-methyl) glucuronoxylans masing-masing 3% yang menyebabkan penggunaan dalam unggas terbatas (Ramli *et al.* 2008).

Salah satu faktor pembatas penggunaan BIS terutama untuk ternak monogastrik adalah kandungan seratnya yang tinggi dan komponen dominannya adalah berupa mannan yang mencapai 56,4% dari total dinding sel BIS dan ada dalam bentuk ikatan β -mannan (Jaelani 2007 : Daud *et al.* 1993). Kandungan mannan yang tinggi disamping sebagai faktor pembatas juga dapat dianggap sebagai potensi untuk mendapatkan imbuhan pakan seperti prebiotik yang akan meningkatkan kesehatan ternak. Sundu *et al.* (2006) menduga bahwa ada kesamaan antara BIS dengan mannanoligosakarida (MOS) yang akan memperbaiki kesehatan dan sistem kekebalan ternak unggas. Nahrowi *et al.* (2008) menyatakan bahwa kandungan Mannosa BIS mencapai 68,9% dan ketersediaannya terjamin.

Tafsin (2007) menyatakan bahwa ekstraksi BIS menghasilkan kandungan mannan mencapai 74% dari total gula terekstrak, komponen gula dominan yang terdeteksi berupa galaktomannan dengan rasio antara galaktosa dan mannan mencapai 1 : 3. Ikatan mannan dalam bentuk mannan-oligosakarida (MOS) yang dihasilkan dari perombakan struktur bungkil inti sawit (BIS) dapat dijadikan sebagai feed supplements berupa prebiotik. Mannan merupakan sumber biomassa setelah selulosa dan xylan yang banyak dijumpai pada limbah perkebunan kelapa sawit, kopra dan kopi. Ikatan mannan dihidrolisa menjadi mannanose dan mannan oligosakarida yang digunakan sebagai prebiotik bagi pakan ternak. Peran mannan oligosakarida pada nutrisi pakan ternak dapat menggantikan peran antibiotik dalam memacu pertumbuhan ternak, salah satunya performa ternak (Muhammad 2017). Efek positif penggunaan MOS terhadap pertumbuhan pada babi dilaporkan oleh Davis *et al.* (2003), selanjutnya pada kalkun (Zdunczyk *et al.*, 2005). Dosis MOS yang digunakan pada penelitian tersebut berkisar 0,2% - 0,4% dari ransum. Hasil lainnya menunjukkan tidak adanya pengaruh MOS (0,1%) terhadap produksi telur ayam layer (Sashidara & Devegowda 2003).

Penggunaan BIS pada pakan ayam broiler masih sedikit dan umumnya tanpa pengolahan sebelumnya. Maksud dari pengolahan pakan adalah untuk meningkatkan kualitas pakan menjadi lebih baik, sehingga penggunaannya bisa lebih banyak, ekstraksi BIS belum banyak digunakan. Dengan hal tersebut ingin dilihat bagaimana mannan dari BIS ini digunakan sebagai pakan ayam broiler, apakah dapat memperbaiki performa atau tidak berbeda jauh dengan performa ayam broiler yang diberi ransum control. Itulah sebabnya penelitian ini dilaksanakan.

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober - Desember 2021. Pemeliharaan dan pengukuran performa ayam broiler selama penelitian dilakukan di Laboratorium Lapang Nutrisi Ternak Unggas Blok C, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Materi Penelitian

Ternak

Ternak yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah DOC (*day old chicken*) ayam broiler sebanyak 234 ekor yang akan dipelihara dari umur 1 – 35 hari.

Kandang dan Peralatan

Kandang berlokasi di Laboratorium Lapang Nutrisi Ternak Unggas Blok C, Fakultas Peternakan IPB. Kandang yang digunakan merupakan kandang berbahan bambu sebanyak 18 petak dengan ukuran 1 x 1,5 meter. Peralatan yang digunakan diantaranya *brooder* lampu pijar 100 watt sebagai pemanas, tempat pakan, tempat minum, termohigrometer, timbangan digital, ember, kipas angin, dan plastik ransum.

Ransum

Ransum penelitian disusun berdasarkan kebutuhan nutrisi ayam broiler menurut *Nutrient Requirement Council* (NRC 1994). Ransum yang diberikan dibagi dalam fase *starter* (1-21 hari), dan fase *finisher* (22-35 hari). Susunan ransum perlakuan dan kandungan nutriennya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi ransum periode *starter* dan *finisher*

Bahan Pakan	Starter		Finisher	
	P0	P1	P0	P1
Jagung local	50.07	49,82	51	50,75
Dedak Halus	5.08	0	9.32	0
Bungkil kedelai 48	28	28.35	16.35	12.48
CGM Impor	8.79	7.34	12	12
MBM 48%	4	5.63	4.7	5.67
CPO	1.5	3.7	4.82	4.9
Kapur	1.02	0.55	0.54	0.15
DCP	0.22	0	0	0
L-lysine	0.23	0.2	0.25	0.35
DL-Methionine	0.09	0.11	0.02	0.04
Premix	1	1	1	1
Mannan BIS	0	0,25	0	0,25
Jumlah (%)	100	100	100	100

Metode Penelitian

Perlakuan

Penelitian ini menggunakan ayam broiler dengan 3 perlakuan dan 6 ulangan, masing-masing ulangan terdiri dari 13 ekor ayam. Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini yaitu :

P0 : Mannan 0%

P1 : Mannan 0,25% (21 gram/ton)

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 3 perlakuan dan 6 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 13 ekor ayam broiler. Model matematika dari rancangan tersebut adalah sebagai berikut (Steel dan Torrie 1993) :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Nilai pengamatan perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Rataan umum

τ_i = Pengaruh perlakuan suplementasi minyak sawit dan minyak ikan lemuru ke-i

ε_{ij} = Pengaruh galat perlakuan ke-i yang terjadi pada ulangan ke-j

Analisis Data

Data penelitian yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), dan jika didapatkan hasil yang berbeda nyata maka data diuji lanjut dengan uji Duncan (Steel dan Torrie 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Kandang

Suhu dan kelembaban lingkungan kandang merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ayam broiler. Kondisi suhu kandang dan kelembaban di kandang berkisar antara 25,93-32,79 °C dan kelembaban rata-rata 64,50-88,59%. Rataan suhu dan kelembaban lingkungan kandang selama pemeliharaan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rataan suhu dan kelembaban selama penelitian

Minggu Ke-	Suhu (°C)			Kelembaban (%)		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	26,35	32,79	29,54	84,90	64,50	76,96
2	26,90	30,36	29,74	84,90	72,33	76,39
3	27,10	30,97	28,27	84,94	73,79	80,49
4	26,46	31,16	27,26	87,53	73,91	85,61
5	25,93	30,37	26,57	88,59	77,07	86,44

Keterangan : pagi (07.00), siang (13.00), sore (17.00)

Berdasarkan data penelitian suhu dan kelembaban di kandang pada minggu awal berkisar antara 26,35-32,79°C dengan kelembaban sekitar 64,50-84,90%, suhu ini sesuai dengan Aviagen (2018) dalam panduan pemeliharaan ayam broiler strain Ross, suhu yang dibutuhkan ayam broiler periode brooding yang dipelihara secara konvensional yaitu berkisar 25,70-30,80°C. Sedangkan menurut Craizick dan Fairchild (2012) suhu selama periode brooding berkisar 27-32°C. Menurut Vigoderis *et al.* (2018) ayam broiler pada minggu awal membutuhkan kelembaban 60%–70%. Sedangkan menurut Fatmaningsih *et al.* (2016), bahwa kelembaban udara untuk ayam broiler pada periode *brooding* berkisar 60-80%. Setelah periode brooding rataan suhu lingkungan kandang berkisar 25,93 – 31,16°C dengan kelembaban 72,33%-88,59%. Menurut Aviagen (2018) suhu lingkungan kandang yang dibutuhkan untuk memelihara ayam broiler setelah periode brooding yaitu berkisar 20,70 – 24,80 °C dengan kelembaban 60% – 70%. Suhu kandang pada siang hari mengalami peningkatan sekitar 1-7°C dan kembali menurun ketika malam hari.

Performa Ayam Broiler

Penggunaan mannan bungkil inti sawit 0,25% dan mannan bungkil inti sawit 0,50% dalam ransum ayam broiler selama (1-35 hari) menunjukkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap bobot badan,

pertambahan bobot badan, dan konversi pakan, namun secara tidak nyata ($P>0,05$) tidak dapat menurunkan, konsumsi pakan (Tabel 3).

Tabel 3 Performa ayam broiler selama pemeliharaan (1-35 hari)

Parameter	P0	P1	P-Value
Konsumsi Pakan (gr/ekor/hari)	3080,96± 98,54	3030,47± 91,43	0,386
BB (gr)	1535,24± 31,71 ^b	1718,82 ± 40,34 ^a	0,000
PBB (gr)	1497,59 ± 31,98 ^b	1681,82 ± 40,20 ^a	0,000
FCR (konsumsi/PBB)	2,05 ± 0,87 ^a	1,80 ± 0,40 ^b	0,000
Mortalitas (%)	6,41	2,56	-
IOFC (Rp/ekor)	2105,79	6079,37	-

Keterangan : P0: Ransum kontrol mengandung 0% Mannan BIS; P1: Ransum mengandung 0.25% Mannan BIS.

Konsumsi Ransum

Konsumsi ransum ayam broiler tidak dipengaruhi oleh perlakuan jenis ransum yang diuji. Hasil tersebut menunjukkan penggunaan polisakarida mannan 0,25% tidak mengganggu palatabilitas. Diduga bahwa kandungan nutrient dan bentuk fisik ransum antar perlakuan yang relatif sama menyebabkan konsumsi yang tidak berbeda. Menurut Handoko (2010) menyatakan konsumsi yang sama mencerminkan bahwa ketersediaan nutrient pada masing-masing ransum perlakuan relative sama dan mencukupi kebutuhan untuk memenuhi pertumbuhan ayam broiler. Hal ini juga mengindikasikan bahwa kedua ransum perlakuan memiliki tingkat palatabilitas yang hampir sama.

Menurut Blair (2008) beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat konsumsi diantaranya adalah kandungan nutrient, warna, bentuk fisik dan ukuran partikel, ketengikan (*rancidity*) serta tingkat palatabilitas ransum. Sedangkan menurut Wiganjar (2006) faktor palatabilitas mempengaruhi tingkat konsumsi ransum. Palatabilitas sendiri didefinisikan sebagai daya tarik suatu pakan atau bahan pakan untuk menimbulkan selera makan. Secara umum palatabilitas ditentukan oleh rasa, warna, dan bau (Pond *et al.* 1995). Kadar mannan dalam ransum tidak mempengaruhi warna dan bau pakan sehingga tidak menimbulkan efek terhadap tingkat palatabilitas. Tingkat palatabilitas yang cenderung sama antar perlakuan ini menyebabkan tidak terdapatnya perbedaan dalam peubah konsumsi.

Pertambahan Bobot Badan

Pertambahan bobot badan pada setiap ternak akan berbeda, hal ini dipengaruhi oleh bangsa, pakan, jenis kelamin, dan musim. Hal ini sesuai dengan pendapat Saepuloh (2018) Konsumsi ransum berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan, bobot badan, serta konversi ransum. Pertumbuhan akan terjadi jika adanya pembentukan jaringan dan sel-sel baruyang membutuhkan protein dalam jumlah tinggi dengan kualitas yang mencukupi.(Sheehy 1983).

Penggunaan mannan bungkil inti sawit kadar 0,25% nyata ($P<0,05$) lebih tinggi dapat meningkatkan bobot badan dan pertambahan bobot badan dibandingkan ransum kontrol. Sejalan dengan pendapat Ferket *et al.* (2002) MOS yang disuplementasikan kedalam pakan unggas memberikan beberapa

pengaruh. Pengaruh tersebut diantaranya meningkatkan produksi, dalam hal ini penambahan bobot badan (PBB) karena adanya pemanfaatan nutrisi dalam saluran gastrointestinal.

Konversi Ransum

Ichwan (2002) menyatakan bahwa angka konversi ransum merupakan perbandingan konsumsi ransum terhadap hasil akhir berupa daging dan bobot ternak saat panen. Konversi ransum selama pemeliharaan dapat dilihat bahwa ayam yang diberi 0,25% mannan bungkil inti sawit nyata ($P < 0.05$) lebih baik dibandingkan perlakuan ransum kontrol. Konversi ransum ini dipengaruhi oleh konsumsi ransum dan penambahan bobot badan. Semakin rendah konversi pakan ayam broiler semakin efisien dalam mengkonversi pakan menjadi daging (Tamalludin 2012). Rataan konversi ransum yang didapat selama penelitian berkisar 1,80-2,05. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Wiganjar (2006) yang menyatakan bahwa pemberian 400 ppm MOS yang mengandung mannan dalam ransum pada ayam broiler menghasilkan konversi senilai 1,92-2,1.

Mortalitas

Mortalitas atau angka kematian merupakan perbandingan antara jumlah keseluruhan ayam yang mati selama pemeliharaan dengan jumlah ayam yang dipelihara (Naibaho 2013). Penggunaan mannan bungkil inti sawit dengan kadar 0,25% dalam ransum tidak mempengaruhi tingkat kematian pada ayam broiler. Berdasarkan hasil yang didapat selama pemeliharaan tingkat mortalitas pada penggunaan mannan bungkil inti sawit dengan kadar 0,25% dalam ransum ini mencapai 2,56%. Nilai ini menunjukkan bahwa tidak ada masalah dengan tingkat mortalitas pada penggunaan mannan bungkil inti sawit dengan kadar 0,25% dalam ransum, karena menurut Lacy dan Vest (2000) bahwa pemeliharaan ayam broiler dapat dinyatakan berhasil bila angka kematian kurang dari 4%.

Income Over Feed Cost (IOFC)

Menurut Murtidjo (2006) *Income Over Feed Cost* (IOFC) adalah selisih antara harga penjualan ayam broiler dengan biaya yang dikeluarkan untuk pakan dan DOC sebagai parameter yang biasa digunakan untuk dapat menentukan nilai ekonomis ayam broiler yang dipelihara. IOFC selama pemeliharaan dengan perlakuan ransum kontrol dan 0,25% mannan bungkil inti sawit masing-masing menghasilkan IOFC sebesar 2105.79 dan 6079.37. Secara deskriptif menunjukkan bahwa penggunaan 0,25% mannan bungkil inti sawit dalam ransum menghasilkan IOFC yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Semakin tinggi nilai IOFC yang dihasilkan maka akan semakin baik. Hal ini disebabkan karena terjadi selisih income yang lebih besar dibandingkan ransum kontrol sebesar 3973,58. Oleh karena itu, penggunaan 0,25% mannan bungkil inti sawit dalam ransum dapat menghemat biaya pakan sebesar 3973,58/ekor/periodenya dibandingkan kontrol. Menurut Ardiansyah (2013), IOFCC dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsumsi pakan, bobot akhir ayam, dan harga pakan. Pertumbuhan ternak yang baik belum tentu akan menjamin mendatangkan keuntungan yang maksimum, tetapi pertumbuhan yang baik dengan konversi pakan yang baik dan biaya pakan yang minimum akan mendapatkan keuntungan yang maksimum.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan mannan bungkil inti sawit dengan kadar 0,25% dan 0,50% dalam ransum memberikan dampak positif terhadap performa ayam broiler. Penggunaan mannan bungkil inti sawit dengan kadar 0,25% dalam ransum mempengaruhi performa ayam broiler dan menghasilkan IOFC yang lebih efisien dalam menghemat biaya pakan.

Saran

Perlu dilakukannya lagi pengujian terhadap mannan bungkil inti sawit. Mannan bungkil inti sawit dengan kadar 0,25% dapat digunakan dalam ransum. Namun diperlukan penelitian lebih lanjut untuk penggunaan mannan bungkil inti sawit dalam ransum dengan kadar yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah IK. 2004. *Nutrisi Ayam Broiler*. Bogor: Lembaga Satu Gunung Budi.
- Ardiansyah F, Syahrio T, Khaira N. 2013. Perbandingan performa dua strain ayam jantan tipe medium yang diberi ransum komersial broiler. *JIPT*. 1(1):158- 163.
- Aviagen. 2018. *Ross Broiler Management Handbook*. Huntsville(US): Aviagen Group.
- Blair R. 2008. *Nutrition and Feeding of Organic Poultry*. London : UK. CAB International.
- Czarick M, Fairchild BD. 2008. *Poultry housing for hot climates*. In: *Daghir NJ, editor. Poult Prod hot Clim*. Trowbridge: Cromwell Press. P. 81-131.
- Daud MJ, Jarvis MC, Rasidah A. 1993. Fibre of PKC and its potensial as poultry feed. [Proceeding]. 16th MSAP Anunual. Conference. Penang, Malaysia.
- Fatmaningsih R, Riyanti, Nova K. 2016. Performa ayam pedaging pada sistem brooding konvensional dan termos. *JIPT*. 4(3): 222-229. doi: 10.23960/jipt.v4i3.p%25p.
- Ferket PL, Parks CW, Grimes JL. 2002. Bennefits of dietary antibiotics and mannanoligosaccharides supplementation for poultry. *Proc. of Poultry state meeting*. New york.
- Hanafiah HA, Zulkifli I, Soleimani A.F, Awad EA. 2017. Apparent metabolisable energy and ileal crude protein digestibility of various treated palm kernel cakebased diets for heat-stressed broiler chickens. *Eur. Poult. Sci*. 81. doi: 10.1399/eps.2017.198.
- Handoko H. 2010. Isolasi dan karakterisasi enzim pendegradasi serat peningkat kualitas bungkil inti sawit untuk pakan ayam pedaging. [Tesis]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Ichwan WMW. 2003. *Membuat Pakan Ayam Ras Pedaging*. Cetakan ke-1. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Jaelani A. 2007. Peningkatan bungkil inti sawit oleh kapang *Trichoderma reesei* sebagai pendegradasi polisakarida mannan dan pengaruhnya terhadap penampilan ayam pedaging. [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Lacy M, Vest LR. 2000. *Improving Feed Conversion in Broiler: A Guide for Growers*. New York: Springer Science and Business Media Inc.
- Murtidjo BA. 2006. *Pedoman Meramu Pakan Unggas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Naibaho NC. 2013. Performa ayam broiler yang diberi pakan mengandung bungkilinti sawit dengan atau tanpa penyaringan [skripsi]. Bogor: Institut Petanian Bogor.
- Pond W. Church GDC, Pond KR. 1995. *Basic Animal Nutrition and Feeding*. 4th Edition. New York : John Wiley and Sons.

- Ramli N, Yatno, Hasjmy AD, Sumiati, Rismawati, Estiana R. 2008. Evaluasi sifat fisiko-kimia dan nilai energi metabolis konsentrat protein bungkil inti sawit pada broiler. *JITV*. 13:249-255.
- Saepuloh A. 2018. Pengaruh tingkat pemakaian bungkil inti sawit dalam ransum terhadap performa ayam broiler. [Skripsi]. Bogor : Intitut Pertanian Bogor.
- Sheehy EJ. 1983. *Animal Nutrition*. London: McMillan co.
- Sundu B, Kumar A, Dingle J. 2006. Palm kernel meal in broiler diets: effect on chicken performance and health. *World Poult Sci J*. 62 : 316-325
- Tafsin M. 2007. Kajian polisakarida mannan dari bungkil inti sawit sebagai pengendali *Salmonella thypimurium* dan Immunostimulan pada ayam. [Disertasi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Tamalluddin F. 2012. *Ayam Broiler: 22 Hari Panen Lebih Untung*. Depok: PenebarSwadaya.
- Vigoderis RB, Silva JM, Guiseline C, Pandofri H, Viera DV. 2018. Broilers thermal comfort and performance utilizing two different wood-burning heating system. *Anim. Prod.* 40(13): 391-394.
- Wiganjar ASR. 2006. Performa ayam broiler yang diinfeksi bakteri *Salmonella thypimurium* dengan pakan mengandung ikatan mannan dari bungkil inti sawit. [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.