

Polisakarida Mengandung Mannan dari Bungkil Inti Sawit Sebagai Antimikroba *Salmonella typhimurium* pada Ayam

M. Tafsin^a, L.A. Sofyan^b, N. Ramli^b, K.G. Wiryawan^b, K. Zarkasie^c & W.G. Piliang^b

^aJurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Al-Azhar

Jl. Pintu Air IV Kuala Bekala Medan 20142, e-mail : martafsin@yahoo.com

^bDepartemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

^cPT Bogor Life Science and Technology (BLST), Institut Pertanian Bogor

(Diterima 07-05-2007; disetujui 18-07-2007)

ABSTRACT

Mannan containing polysaccharides could be used as an alternative to replace antibiotics due to their capacity to block the colonization of pathogenic bacteria in the intestine of poultry. The aim of this study was to investigate mannan containing polysaccharides from palm kernel meal (PKM) and its inhibitory effect against *Salmonella typhimurium*. Hot water extractions were used to isolate mannan containing polysaccharides from cell wall of PKM. *In vivo* studies were conducted using broiler and layer chicks that were challenged orally with 10^4 cfu *Salmonella typhimurium* on third day. Split plot design was used as experimental design with strain as main plot and level of mannan polysaccharides as sub plot. The levels of mannan containing polysaccharides that were used consisted of 0 (R0); 1000 (R1); 2000 (R2); 3000 (R3); 4000 (R4) ppm, in term of total sugar. The results indicated that compared to the control group, feeding PKM containing mannan 4000 ppm decreased ($P < 0.01$) *Salmonella typhimurium* incidence. The addition of mannan did not affect feed consumption. On the contrary, the addition of 4000 ppm mannan gave significantly higher feed/weight gain ratio of the chicks ($P < 0.05$). The administration of feed supplemented with mannan from PKM did not influence weight gain of poultry. It is concluded that mannan from PKM can prevent the colonization of *Salmonella typhimurium* in poultry.

Key words: palm kernel meal, mannan, *Salmonella typhimurium*, performance, poultry

PENDAHULUAN

Salmonella typhimurium adalah salah satu bakteri yang sering menyerang unggas dan dapat mengkontaminasi produk yang akan membahayakan manusia yang mengkonsumsinya (Ohl & Miller, 2001). Upaya yang dilakukan untuk mengatasinya yaitu menggunakan antimikroba dan

sampai sekarang kebanyakan anti mikroba yang digunakan adalah antibiotik. Akibat negatif penggunaan antibiotik pada ternak antara lain terdapatnya residu pada produknya dan terjadinya resistensi mikroba yang pada akhirnya dapat membahayakan manusia. Bouliane (2003) menyebutkan bahwa di negara-negara maju seperti Masyarakat Uni Eropa penggunaan antibiotik

sebagai imbuhan pakan pengaturannya sangat ketat dan sampai sekarang penggunaan beberapa antibiotik seperti *virginiamycin*, *tylosin*, *spiramycin*, dan *zinc bacitracyn* telah dilarang

Antibiotik sebagai imbuhan pakan untuk ternak unggas biasanya digunakan dalam dosis yang rendah. Roe & Pillai (2003) melaporkan bahwa penggunaan sub terapeutik tanpa pengawasan yang ketat akan menyebabkan penyebaran resistensi bakteri dan ada keterkaitan antara penggunaan antibiotik di pertanian dengan kejadian infeksi yang resisten terhadap antibiotik pada manusia. Contoh kejadian resistensi bakteri dilaporkan Environmental Media Services (EMS) (2000) bahwa strain *Salmonella* DT-104 resisten terhadap lima antimikroba yaitu ampisilin, kloramfenikol, streptomisin, sulfonamida dan tetrasiklin.

Kolonisasi bakteri *Salmonella* dalam saluran pencernaan diperantarai oleh reseptor yang dikenal dengan nama fimbriae tipe I dan penempelannya yang sensitif terhadap mannososa (Muller *et al.*, 1991; Althouse *et al.*, 2003; De Buck *et al.*, 2005). Berdasarkan pernyataan tersebut, penambahan komponen mannososa ke dalam pakan akan mencegah terjadinya penempelan pada saluran pencernaan, sehingga proses kolonisasi bakteri tidak terjadi. Ghosh *et al.* (1996) melaporkan penelitian pada tikus yang menunjukkan bahwa 69,2% kapasitas maksimum pengikatannya dihambat akibat adanya D-mannosa. Selanjutnya Oyoyo *et al.* (1989) melaporkan bahwa penggunaan D-mannosa efektif untuk mencegah kolonisasi *Salmonella* pada ayam pedaging.

Penggunaan D-mannosa secara aplikatif pada peternakan unggas tidak ekonomis, oleh karena itu sekarang ini banyak dikembangkan bahan alam yang banyak mengandung komponen mannososa. Turner *et al.* (2000) melaporkan bahwa sumber yang paling umum yang digunakan untuk menghasilkannya dan dikenal dengan produk mannanoligosakarida (MOS) adalah dari *Saccharomyces cerevisiae*, dengan kandungan gula

mannosanya mencapai 45% dari keseluruhan dinding selnya. Selanjutnya Ishihara *et al.* (2000) menjelaskan sumber lain dari tumbuhan yaitu guar gum (*Cyamoposis tetragonolobus*) yang mengandung galaktomannan dilaporkan efektif menghambat kolonisasi *S. enteridis* pada ayam petelur.

Sumber lain yang dapat digunakan dengan ketersediaan yang tinggi di Indonesia adalah bungkil inti sawit (BIS). Daud *et al.* (1993), melaporkan bahwa kandungan mannososa BIS mencapai 56,4% dari total dinding selnya. Informasi penggunaan BIS sebagai sumber mannososa dan aplikasinya sebagai antimikroba untuk ternak unggas masih terbatas. Melihat potensi, hal tersebut menarik untuk diteliti efek penggunaan polisakarida mannan dari BIS untuk mencegah kolonisasi *S. typhimurium* pada ternak unggas.

MATERI DAN METODE

Analisis Komponen Gula

Polisakarida mengandung mannan (PM) diperoleh dengan proses ekstraksi menggunakan air panas. Metode yang digunakan yaitu kombinasi perlakuan menggunakan pecahan kaca dengan pelarut menggunakan air. Pembacaan kimia polisakarida dilakukan dengan mengidentifikasi komponen monosakarida dengan menggunakan alat HPLC (High Performance Liquid Chromatography) yang dilengkapi kolom P-NH₂ Carbohydrate. Laju alir yang digunakan yaitu 0,5 ml/menit dengan fase gerak menggunakan campuran 60% acetonitril: 40% air pada suhu ruang (25-28°C). Sampel sebelum diinjeksikan ke kolom, dihidrolisis menggunakan 2 M TFA (trifluoro acetic acid) pada suhu 105°C selama 3 jam dalam ampul dan dinetralkan menggunakan etil asetat (Ramli *et al.*, 1994). Selanjutnya kandungan total gula diukur menggunakan metode Dubois *et al.* (1956).

Pengujian *in Vivo*

Pengujian *in vivo* dilakukan terhadap ayam pedaging (Cobb) dan petelur (Isa Brown) dan dilakukan ujiantang terhadap *S. typhimurium* (koleksi Laboratorium Bakteriologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor) yang diinfeksi ke ayam secara oral. Jumlah koloni yang diberikan sebanyak 10^4 cfu (Spring *et al.*, 2000) pada anak ayam umur 3 hari. Ayam dipelihara dalam 30 kandang petak. Setiap petak percobaan diisi oleh 12 ekor ayam, jumlah total ayam yang digunakan sebanyak 360 ekor. Pengamatan terhadap jumlah koloni *Salmonella* pada sekum dilakukan pada hari ke 5; 10; dan 15 hari setelah dilakukan ujiantang. Sampel diambil masing-masing satu ekor setiap petak percobaan dan isi sekum dikoleksi sebanyak 0,5 g, selanjutnya dilakukan kultur pada cawan dengan menggunakan media SS Agar dan diinkubasikan pada suhu 37 °C selama 24–48 jam. Pengamatan yang dilakukan yaitu menghitung jumlah koloni bakteri yang terbentuk (cfu/g).

Ransum percobaan mulai diberikan pada umur ayam satu hari dan pencampuran PM ke dalam ransum dilakukan dengan menghitung

kandungan total gulanya sesuai tingkat perlakuan dalam ransum. Ransum dasar percobaan yang digunakan mempunyai kandungan protein kasar 23 persen dan kandungan energi metabolis 3000 kkal/kg (NRC, 1994). Susunan ransum dasar percobaan terdapat pada Tabel 1.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan petak terbagi (RPT). Faktor pertama sebagai petak utama adalah strain ayam sedangkan faktor kedua sebagai anak petak adalah taraf penggunaan PM dalam ransum. Jumlah ulangan yang diberikan yaitu 3 kali. Perlakuan utama yang diberikan yaitu: (A) ayam pedaging dan (B) ayam petelur. Faktor lain sebagai anak petak adalah taraf penggunaan PM dalam ransum:

R0 = Infeksi *S. typhimurium* + 0 ppm PM

R1 = Infeksi *S. typhimurium* + 1000 ppm PM

R2 = Infeksi *S. typhimurium* + 2000 ppm PM

R3 = Infeksi *S. typhimurium* + 3000 ppm PM

R4 = Infeksi *S. typhimurium* + 4000 ppm PM

Peubah yang diamati meliputi penampilan umum ternak (pertambahan bobot hidup (PBH), konsumsi ransum, dan konversi ransum).

Tabel 1. Susunan dan kandungan nutrisi ransum dasar percobaan

Bahan pakan	Jumlah (%)	Nutrien*	Jumlah
Jagung	50,00	Energi metabolis (kkal/kg)	3020,00
Dedak padi	12,00	Protein kasar (%)	23,03
Bungkil kedelai	16,70	Lemak (%)	4,55
<i>Corn glutein meal</i>	11,00	Serat kasar (%)	4,19
Tepung ikan	5,50	Ca (%)	0,96
Minyak kelapa	2,00	P (%)	0,63
<i>Dicalcium phosphate</i>	1,00	Na (%)	0,15
CaCO ₃	1,00	Cl (%)	0,70
L-lisina	0,30	K (%)	0,51
DL-metionina	0,20	Lisina (%)	1,20
Premix mineral	0,30	Metionina (%)	0,67
Total	100,00		

Keterangan : * berdasarkan perhitungan dari tabel komposisi zat makanan (NRC, 1994).

Pengukuran PBH dilakukan setiap minggu pengamatan dan pengukuran konsumsi ransum dilakukan setiap hari, sedangkan nilai konversi ransum diperoleh dengan membagi konsumsi ransum dengan PBH dalam periode mingguan. Pengukuran tersebut dilakukan selama empat minggu. Data lainnya yang diukur adalah jumlah koloni bakteri (cfu/g) *Salmonella* pada sekum.

Data yang diperoleh selanjutnya diuji menggunakan analisis ragam, dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (SAS Institute, 1994). Analisis data berupa proporsi ternak terinfeksi dengan menggunakan uji Chi-kuadrat (Gasperz, 1994) dengan perlakuan kontrol terinfeksi (R0) sebagai pembanding.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan total gula terekstrak dari 100 g BIS mencapai 2115 mg, selanjutnya analisis komponen gula yang teridentifikasi dengan HPLC terdapat pada Tabel 2. Komponen gula yang teridentifikasi tersusun atas galaktosa, glukosa, dan mannosa. Komponen gula didominasi oleh komponen mannosa yang mencapai 74% dari kandungan total gula terekstrak.

Pengaruh perlakuan terhadap penampilan umum ternak unggas terdapat pada Tabel 3. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa antara perlakuan strain ayam dan penggunaan PM dalam ransum tidak menunjukkan adanya interaksi yang nyata terhadap peubah penampilan ternak, oleh

Tabel 2. Komponen monosakarida dari ekstrak bungkil inti sawit

Komponen gula	Kandungan (ppm)	Rasio*
Galaktosa	296,80	5
Glukosa	58,26	1
Mannosa	986,80	17

Keterangan: *dibandingkan dengan komponen glukosa

karena itu pembahasan yang dilakukan yaitu menganalisis pengaruh utama (main effect) dari perlakuan. Penampilan ternak (konsumsi, PBH dan konversi ransum) ayam pedaging menunjukkan hasil lebih baik ($P < 0,05$) dibandingkan ayam petelur, hasil tersebut dapat dipahami karena adanya perbedaan potensi genetik yang dimiliki oleh strain ayam tersebut.

Konsumsi ransum unggas tidak dipengaruhi oleh perlakuan jenis ransum yang diuji. Hasil tersebut menunjukkan penggunaan polisakarida mannan sampai tingkat 4000 ppm tidak mengganggu palatabilitas, dan efek infeksi bakteri *S. typhimurium* pada tingkat tersebut belum menunjukkan adanya efek yang drastis terhadap konsumsi. Penggunaan PM dalam ransum juga tidak mempengaruhi PBH ayam, tetapi rataan PBH pada penggunaan PM 3000 ppm 10% lebih baik dibandingkan kontrol. Nilai konversi ransum dipengaruhi secara nyata ($P < 0,05$) oleh penggunaan PM. Penggunaan polisakarida mannan sampai tingkat 3000 ppm tidak mempengaruhi nilai konversi ransum, hasil sebaliknya ditunjukkan pada penggunaan 4000 ppm yang mempunyai nilai konversi lebih buruk dibandingkan perlakuan lainnya. Choct (2002) menjelaskan bahwa polisakarida mannan termasuk komponen polisakarida bukan pati (NSP; Non Starch Polysacharides). Kandungan NSP yang tinggi dalam ransum bersifat antinutritif, dan akan mempengaruhi penampilan ternak karena adanya gangguan pencernaan dan absorpsi nutrisi. Efek tersebut diakibatkan meningkatnya viskositas dari digesta, dan mengubah ekosistem pada saluran pencernaan yang mengakibatkan meningkatnya waktu transit pada saluran pencernaan, meningkatnya kehilangan endogenous nutrisi, dan berubahnya proses pencernaan dari proses pencernaan enzimatik ke arah fermentasi oleh mikroba.

Beberapa penelitian efek bahan sejenis yaitu MOS terhadap pertumbuhan ternak menunjukkan

Tabel 3. Rataan konsumsi, PBB dan konversi ransum yang mengandung taraf PM berbeda pada ayam pedaging dan petelur

Peubah		R0	R1	R2	R3	R4	Rataan
Konsumsi (g/ekor/mg)	Pedaging	320,70±38	355,19±6,9	349,79±12	357,05±32	330,41±6,6	343,36±23 ^a
	Petelur	112,53±9,9	115,80±4,7	114,85±2,8	115,30±3,8	117,37±6,6	113,99±5,6 ^b
	Rataan	216,61	235,5	232,32	236,17	223,89	
PBB (g/ekor/mg)	Pedaging	173,27±23	184,66±12	184,79±6,7	195,10±6,5	166,19±7,5	181,55±14 ^a
	Petelur	49,39±6,9	49,64±3,7	46,65±2,8	48,06±2,5	43,98±5,2	47,53±4,1 ^b
	Rataan	111,33	117,15	115,72	121,58	105,08	
Konversi	Pedaging	1,85±0,04	1,93±0,13	1,89±0,09	1,83±0,13	1,99±0,06	1,90±0,09 ^a
	Petelur	2,29±0,14	2,34±0,11	2,47±0,09	2,40±0,06	2,68±0,17	2,41±0,18 ^b
	Rataan	2,07 ^a	2,13 ^a	2,18 ^a	2,15 ^a	2,34 ^b	

Keterangan: superskrip berbeda pada baris atau kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

hasil yang beragam. 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 (Sashidara & Devegowda, 2003). Selanjutnya beberapa peneliti yang menggunakan ayam pedaging dengan penggunaan 0,05% MOS (Waldroup *et al.*, 2003; Flemming *et al.*, 2004; Ma *et al.*, 2006), dan 0,3% MOS (Shafey *et al.*, 2001) menunjukkan tidak adanya pengaruh

terhadap PBH. Melihat kondisi di atas, tampaknya pengaruh penggunaan bahan yang mengandung komponen mannanosa (MOS atau PM) terhadap pertumbuhan ternak sangat tergantung pada kadar yang digunakan dan tingkat infeksi dari bakteri yang merugikan ternak.

Tingkat infeksi yang terjadi pada ayam pedaging dan ayam petelur dari hasil uji Chi-kuadrat tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata, dan analisis lanjutan uji proporsi yang disajikan merupakan data gabungan yang terjadi pada ayam pedaging dan petelur. Hasil pengamatan pengaruh perlakuan terhadap jumlah ternak yang terinfeksi

Tabel 4. Proporsi ternak terinfeksi bakteri *Salmonella* setelah pemberian ransum yang mengandung polisakarida mannan dari BIS

Hari setelah infeksi	Perlakuan ransum				
	R0	R1	R2	R3	R4
	Proporsi ternak terinfeksi				
5	4/6	3/6	5/6	3/6	0/6**
10	1/6	1/6	1/6	1/6	2/6
15	2/6	1/6	0/6	0/6	0/6
Total	7/18	5/18	6/18	4/18	2/18*
(%)	38,89	27,78	33,33	22,22	11,11

Keterangan: * berbeda nyata dibandingkan perlakuan kontrol infeksi (R0); $\chi^2_{0,1:1}$
 ** berbeda nyata dibandingkan perlakuan kontrol infeksi (R1); $\chi^2_{0,01:1}$

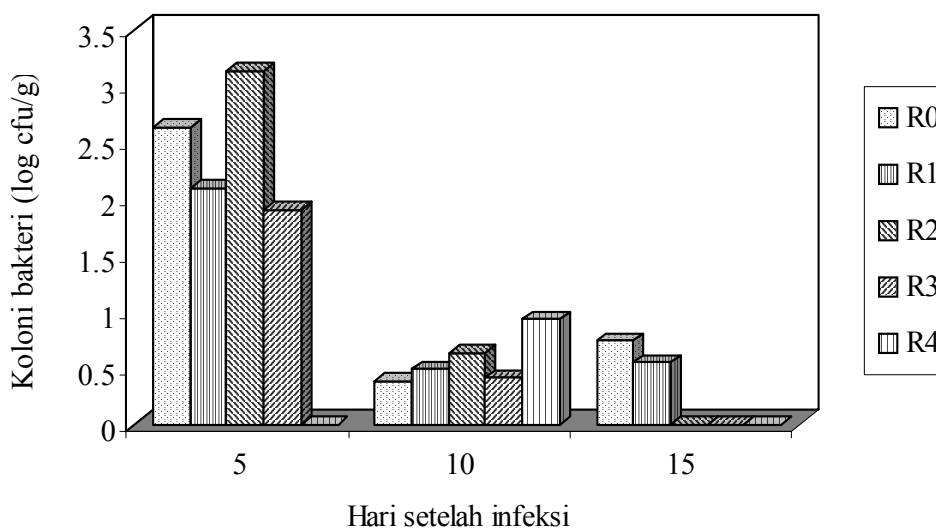
bakteri terdapat pada Tabel 4. Persentase insiden ternak terinfeksi *Salmonella* semakin menurun seiring dengan meningkatnya penggunaan polisakarida mannan sampai tingkat 4000 ppm. Persentase ternak terinfeksi tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan kontrol infeksi (R0), dan persentase paling rendah ditunjukkan oleh penggunaan PM 4000 ppm.

Total ternak terinfeksi pada hari ke-5 setelah infeksi pada penggunaan PM 4000 ppm (R4) yaitu sebanyak 0 ekor dari 6 ekor sampel percobaan (0/6) dan nyata lebih rendah ($P < 0,01$) dibandingkan perlakuan kontrol infeksi. Penggunaan PM sampai 3000 ppm pada periode ini belum menunjukkan pengaruh terhadap penurunan proporsi ternak terinfeksi dibandingkan perlakuan kontrol terinfeksi. Selanjutnya pada hari ke-15 setelah infeksi, insiden *Salmonella* sudah tidak ditemukan lagi pada penggunaan PM 2000–4000 ppm dan hal tersebut terlihat pada penurunan koloni bakteri (Gambar 1).

Selanjutnya pengamatan terhadap jumlah koloni bakteri *Salmonella* yang terdapat pada sekum terdapat pada Gambar 1. Penggunaan PM dari BIS dalam ransum mampu menurunkan kolonisasi bakteri *Salmonella* pada sekum.

Penggunaan 4000 ppm menunjukkan tingkat infeksi (0/6) lebih rendah ($P < 0,01$) pada hari ke-5 setelah infeksi. Pengamatan pada hari ke 15 setelah infeksi menunjukkan bahwa sudah tidak ditemukan adanya *Salmonella* pada penggunaan PM 2000-4000 ppm (0/6) sedangkan pada perlakuan kontrol masih ditemukan (2/6). Hal tersebut menunjukkan bahwa kecepatan pengeluaran (exclusion) *Salmonella* lebih tinggi akibat penggunaan PM dari BIS dan mengindikasikan penggunaan polisakarida mannan dari BIS sebanyak 2000-4000 ppm efektif menekan kolonisasi *Salmonella* pada unggas.

Spring *et al.* (2000) meneliti efek MOS pada ayam pedaging yang dilakukan ujiantang terhadap bakteri *S. typhimurium* 29E (10^4 cfu). Kadar MOS yang diberikan sebanyak 4000 ppm, dan hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi *S. typhimurium* dari 5,40 menjadi 4,01 log cfu/g pada hari ke sepuluh. Selanjutnya Fernandez *et al.* (2002) melaporkan hal yang sama pada infeksi bakteri *S. enteridis* (PT4). Ishihara *et al.* (2000) melakukan penelitian PM yang diperoleh dari Guar gum dan mengamati efeknya terhadap *S. enteridis* (SE) pada ayam pedaging dan ayam petelur. Hasil penelitian menunjukkan penambahan



Gambar 1. Jumlah koloni bakteri *Salmonella* sekum setelah hari infeksi (log cfu/g)

MOS secara oral menurunkan adanya SE pada organ. Peningkatan ekskresi SE pada feses, menurunkan titer antibodi terhadap SE pada serum. Efek lain yang ditimbulkan yaitu meningkatkan jumlah bakteri *Bifidobacterium* spp. dan *Lactobacillus* spp. Keadaan yang sama ditemui pada ayam petelur dengan menurunnya SE baik pada permukaan kerabang, putih dan kuning telur. Kadar optimum MOS pada penelitian ini yaitu 0,025% dari ransum. Hasil lainnya dilaporkan oleh Allen *et al.* (1997), yang menggunakan mannosida dan bungkil inti sawit sebanyak 2,5% mampu menekan kolonisasi *S. enteridis* dan tiga minggu setelah infeksi sudah tidak ditemukan adanya *Salmonella*.

Kemampuan tersebut diakibatkan oleh adanya komponen mannosida dari bahan yang digunakan. Penggunaan D-mannosida juga efektif untuk mencegah kolonisasi *Salmonella* (Oyofa *et al.*, 1989), hal tersebut terjadi karena beberapa bakteri *Salmonella* mempunyai reseptor yang dikenal dengan nama fimbriae tipe I dan penempelannya sensitif terhadap mannosida (Muller *et al.*, 1991; Althouse *et al.*, 2003). Setelah reseptor tersebut terisi oleh mannosida, bakteri tidak dapat menempel pada saluran pencernaan sehingga kolonisasi tidak terjadi.

Hasil penelitian penggunaan polisakarida mannan dari BIS menunjukkan hasil yang sejalan dengan beberapa penelitian diatas. Hasil tersebut menunjukkan BIS dapat menghasilkan mannan yang berpotensi sebagai antimikroba terhadap *S. typhimurium* untuk ternak unggas. Penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mengurangi efek antinutrisi dan meningkatkan efektifitas penghambatan bakteri *Salmonella* yaitu dengan menggunakan rantai gula yang lebih pendek (oligosakarida).

KESIMPULAN

Penggunaan PM dalam ransum mampu menurunkan insiden *Salmonella* pada ayam dan

menurunkan jumlah koloni *Salmonella* pada sekum ayam. Penggunaan PM menunjukkan proses pengeluaran *Salmonella* yang lebih cepat, dan penggunaan pada tingkat 2000-4000 ppm sudah tidak ditemukan lagi pada hari ke-15 setelah infeksi. Penggunaan PM tidak menunjukkan pengaruh terhadap konsumsi ransum dan penggunaan sebanyak 3000 ppm menunjukkan PBH sebesar 10% lebih baik dibandingkan kontrol infeksi. Penggunaan PM sebanyak 4000 ppm menunjukkan adanya efek antinutritif yang ditunjukkan dengan nilai konversi yang lebih buruk dibandingkan perlakuan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, V.M., F. Fernandez & M Hinton. 1997. Evaluation of the influence of supplementing the diet with mannose or palm kernel meal on salmonella colonisation in poultry. Br. Poult. Sci. 38:485-488.
- Althouse, C., S. Patterson, P. Fedorka-Cray & R.E. Issacson. 2003. Type 1 fimbriae of *Salmonella enterica* serovar typhimurium bind to enterocytes and contribute to colonization of swine in vivo. Infect. Immun. 71:6446-6452.
- Bouliane, M. 2003. Can We Farm Poultry Without Antimicrobials?. Fac. of Veterinary Medicine, Univ. of Montreal, Quebec.
- Choct, M. 2002. Non-starch Polysaccharides: effect on nutritive value. In: J.M. McNab & K.N. Boorman (Eds). Poultry Feedstuff: supply, composition, and nutritive value. CAB international.
- Daud, M.J., M.C. Jarvis & A Rasidah. 1993. Fibre of PKC and its potential as poultry feed. Proceeding. 16th MSAP Annual. Conference, Kuala Lumpur, Malaysia
- Davis, M.E., C.V. Maxwell, D.C. Brown, B.Z. de Rodas, Z.B. Johnson, E.B. Kegley, D.H. Hellwig & R.A. Drovak. 2003. Effect of mannan oligosaccharides and (or) pharmacological additions of copper sulphate on growth performance and immunocompetence of weanling and growing/finishing pig. J. Anim. Sci. 80:2887-2894.

- De Buck, L., F. Van Immerseel, F. Haesebrouck & R. Ducatelle.** 2005. Protection of laying hens against *Salmonella enteridis* by immunization with type 1 fimbriae. *Vet. Microbiol.* 105:93-101.
- Dubois, M., K.A. Giles, J.K. Hamilton, P.A. Reber & F. Smith.** 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.
- [EMS] Environmental Media Services.** 2000. Public Health Concerns. http://www.ems.org/antibiotics/antibiotics_public.html. [31 Januari 2000]
- Fernandez, F., M. Hinton & B. Van Gils.** 2002. Dietary mannan-oligosaccharides and their effect on chicken caecal microflora in relation to *Salmonella enteridis* colonization. *Avian. Pathol.* 31:49-58.
- Flemming, J.S., J.R.S. Freitas, P. Fontoura, N.R. Monthaninhi & J.S. Arruda.** 2004. Use of mannan oligosaccharides in broiler feeding. *Braz. J. Poult. Sci.* 6:159-161.
- Gasperz, V.** 1994. Metode Perancangan Percobaan. Armico, Bandung.
- Ghosh S., A. Mittal, H. Vohra & N.K. Ganguly.** 1996. Interaction of rat intestinal brush border membrane glycoprotein with type-1 fimbriae of *Salmonella typhimurium*. *Mol. Cell. Biochem.* 158:125-31.
- Ishihara, N., D.C. Shu, S. Akachi & L.R. Juneja.** 2000. Preventive effect of partially hidrolized guar gum on infection of *Salmonella enteridis* in young and laying hen. *Poult. Sci.* 79:689-697.
- Ma, D., A. Shan, Q. Li & J Du.** 2006. Influence of mannanoligosaccharide, *Ligustrum lucidum* and *Schisandra chinensis* on antioxidant and immunity of chicken. XIIth AAAP Animal Science Congress 2006, Busan.Korea.
- Muller, K.H., S.K. Collinson, T.J. Trust & W.W. Kay.** 1991. Type I fimbriae of *Salmonella enteridis*. *J. Bacteriol.* 173: 4765-4772.
- [NRC] National Research Council.** 1994. Nutrient Requirement of Poultry. Nat. Acad Press, Washington.
- Ohl, M.E. & S.I. Miller.** 2001. Salmonella: a model for bacterial pathogenesis. *Annu. Rev. Med.* 52:259-74.
- Oyofe, B.A., J.R. DeLoach, D.E. Corrier, J.O. Norman, R.L. Ziprin & H.H. Molenhaur.** 1989. Prevention of *Salmonella typhimurium* colonization of broiler with D-mannose. *Poult. Sci.* 68:1357-1360.
- Ramli, N. K. Takegawa & S. Iwahara.** 1994. Degradation of unsaturated polysaccharides derived from of *Fusarium* sp.M7-1 by bacterium isolated from soil. *J. Ferment. Bioeng.* 77: 572-574.
- Roe, M.T. & S.D. Pillai.** 2003. Monitoring and identifying antibiotic resistance in bacteria. *Poult. Sci.* 82:622-626.
- SAS Institute.** 1994. SAS-STAT user's guide, Cary, NC.
- Shafey, T.M., M. Al-mufarez, I. Shalaby & A.J. Jarlenabi.** 2001. The effect of feeding mannanoligosaccharides (BioMos) on the performance of meat chicken under two different vaccination programs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 14: 559-563.
- Shashidara, R.G. & G. Devegowda.** 2003. Effect of dietary mannan oligosaccharide on broiler breeder production traits and immunity. *Poult. Sci.* 82:1319-1325.
- Spring, P., C. Wenk, K.A. Dawson & K.E. Newman.** 2000. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentration of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenge broiler chicks. *Poult. Sci.* 79: 205-211.
- Turner, J.L., P.A.S. Dritz & J.E. Minton.** 2000. Alternatives to conventional microbials in swine diets. *Prof. Anim. Sci.* 17:217-226.
- Waldroup P.W., O. Edgar, Oviedo-Rondon & C.A. Fritts.** 2003. Comparison of Bio-MOS and antibiotic feeding programs in broiler diet containing cooper sulfate. *Int. J. Poult. Sci.* 2:28-31.
- Zdunczyk, Z, J. Juskiewicz, J. Jankowski, E. Biedrzycka & A. Koncicky.** 2005. Metabolic response of the gastrointestinal tract of turkeys to diet with different level of mannan-oligosaccharides. *Poult. Sci.* 84:903-909