

Perkembangan Duodenum dan Pertambahan Bobot Badan pada Ayam Broiler yang Diberi Ransum dengan Protein Mikropartikel Ditambah Probiotik *Lactobacillus sp.*

Duodenal Development and Body Weight Gain of Broiler Chicken Fed Diet Composed of Microparticle Protein Supplemented with Probiotic *Lactobacillus sp.*

Yofi Saputri Indah Sari, Nyoman Suthama, dan Bambang Sukamto
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang
Kampus drh. R. Soedjono Koesoemowardojo Temalang, Semarang 50275
Email: yofisaputri050492@gmail.com

Diterima : 5 Mei 2019

Disetujui : 8 September 2019

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian ransum protein mikropartikel dengan penambahan *Lactobacillus sp.* terhadap perkembangan duodenum (bobot, panjang dan tinggi villi) dan pertambahan bobot badan. Ternak yang digunakan *day old chicken unsex* sebanyak 120 ekor dengan bobot badan $46,00 \pm 2,77$ g. Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan (masing-masing ulangan 6 ekor). Perlakuan yang diterapkan; T0 = ransum protein 21% non-mikropartikel, T1 = ransum protein 18% non-mikropartikel, T2 = ransum protein 18%, mikropartikel T3 = ransum T1 + 1,2 ml *Lactobacillus sp.* dan T4 = ransum T2 + 1,2 ml *Lactobacillus sp.* Parameter yang diamati meliputi tinggi villi duodenum, bobot relatif dan panjang duodenum, dan pertambahan bobot badan. Data dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada probabilitas 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan ransum berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap semua parameter yang diamati dengan nilai yang tertinggi pada T4, sedangkan semua parameter tersebut perlakuan T0 sampai T3 sama. Kesimpulan, peningkatan pertambahan bobot badan ayam broiler ditunjang oleh tinggi villi, panjang dan bobot duodenum dengan pemberian ransum 18% protein mikropartikel dan 1,2 ml *Lactobacillus sp.*

Kata kunci: Ayam broiler, Protein mikropartikel, *Lactobacillus sp.*, Villi duodenum, Bobot badan

ABSTRACT

The study determined to evaluate the effect of giving micropartikel peotein rations with the addition of *Lactobacillus sp.* on duodenal development (weight, length and height of villi) and weight gain. Animals used in the present study were 120 bird of one-day-old broiler with average initial body weight of 46 ± 2.77 g. Experiment was arranged in a completely randomized design with 5 treatments and 4 replications (6 birds of each). Dietary treatments applied were: T0 = 21% intact protein diet, T1 = 18% intact protein diet, T2 = 18% microparticle protein diet, T3 = diet T1 + 1.2 ml *Lactobacillus sp.*, and T4 = diet T2 + 1.2 ml *Lactobacillus sp.* Parameters measured were duodenal villi length, relative weight and length of duodenum, and body weight gain. Data were statistically analyzed using analysis of variance and continued to Duncan test at 5% probability. Results indicated that dietary treatment significantly affected ($P < 0.05$) to all parameters observed with the highest value was T4, while T0 to T3 were not significantly effected to all of the parameters. The conclusion in the increase of broilers weight gain was supported by villi height, length and weight of duodenum with the provision of 18% micropartikel protein and 1.2 ml of *Lactobacillus sp.*

Keywords: broiler chicken, microparticle protein, *Lactobacillus sp.*, duodenal villi length, body weight

PENDAHULUAN

Ternak unggas penghasil daging dengan produksi tinggi karena sudah terjadi proses rekayasa genetik. Keunggulan ayam broiler antara lain pertumbuhannya yang sangat cepat dengan bobot badan yang tinggi dalam waktu yang relatif pendek, konversi pakan rendah, menghasilkan kualitas daging berserat lunak. Pertumbuhan yang cepat dapat diimbangi dengan pemberian pakan protein tinggi tanpa mengesampingkan keseimbangan energi dan protein (E/P) yang memadai serta mineral yang cukup untuk pertumbuhan maksimal.

Bahan pakan sumber protein, tepung ikan dan bungkil kedelai, diproses dengan ukuran micropartikel. Mikropartikel merupakan partikel pakan dengan ukuran berkisar antara $0,2 - 5000 \mu\text{m}$ (Nasrullah, 2010). Ukuran partikel sangat penting untuk proses pencernaan dan penyerapan protein, karena dalam hidrolisis nutrisi

menjadi molekul sederhana oleh enzim, selanjutnya diserap oleh villi usus.

Probiotik merupakan mikroba yang dapat meningkatkan kesehatan dan memperbaiki keseimbangan mikroflora usus jika dikonsumsi dalam jumlah yang cukup, selain itu manfaat dari probiotik adalah meningkatkan daya cerna ayam dan menghambat tumbuhnya bakteri patogen (Christopher dan Bagus, 2011). Pemberian *Lactobacillus sp.* dapat memfermentasi karbohidrat molekul rendah dari ransum menghasilkan *short chain fatty acid* (SCFA). *Short chain fatty acid* berupa asetat, probionat, butirrat dan asam laktat yang dapat menurunkan pH usus halus sehingga meningkatkan bakteri menguntungkan. (Faradila *et al.*, 2016) menyatakan bahwa bakteri asam laktat (BAL) mampu menciptakan suasana asam karena produk metabolitnya berupa asam laktat dan SCFA, BAL juga mampu memproduksi antimikroba berupa β -

glucosidase. Kontribusi langsung probiotik terhadap inang adalah produksi SCFA yang dapat mengasamkan lingkungan usus yang berdampak pada peningkatan penyerapan nutrisi (Dibner dan Buttin 2002). Asam laktat (asam organik) yang dihasilkan oleh *Lactobacillus* dan *Bifidobacteria*. Populasi BAL meningkat menghasilkan lebih banyak asam lemak rantai pendek, asam laktat dan zat antimikrobia β -*glucosidase* yang bersifat antagonis terhadap pertumbuhan bakteri patogen dan memperbaiki bakteri menguntungkan dalam usus halus (Kamal, 2016).

Ekologis usus halus tersebut membentuk saluran pencernaan ayam menjadi sehat sehingga berdampak pada pertumbuhan villi dan perkembangan saluran pencernaan meliputi panjang dan bobot. Villi berfungsi penyerapan sehingga ransum dapat terserap sempurna (Nur, 2008). Kemampuan pencernaan dan penyerapan nutrisi dapat dipengaruhi oleh luas permukaan epitel usus, jumlah lipatan-lipatannya, banyaknya villi dan microvilli yang memperluas bidang penyerapannya (Austic dan Nesheim, 1990; Ibrahim 2008). Usus halus dengan pertumbuhan villi yang sehat mampu meningkatkan penyerapan nutrisi sehingga berdampak pada penambahan bobot badan Jamilah dkk. (2013). Daud (2005) menyatakan bahwa ransum dengan campuran probiotik dapat meningkatkan daya cerna dan meningkatkan penambahan bobot badan ayam pedaging.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efektivitas ransum protein mikropartikel yang dikombinasikan dengan probiotik *Lactobacillus sp.* terhadap tinggi villi duodenum, bobot relatif duodenum dan panjang duodenum. Manfaat penelitian untuk meningkatkan efektivitas ransum protein mikropartikel yang dikombinasikan dengan probiotik *laktobasilus sp.* terhadap tinggi villi duodenum, bobot relatif duodenum, panjang duodenum dan penambahan bobot badan.

MATERI DAN METODE

Ternak dan Ransum Penelitian

Ternak yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayam briler umur 1 hari (DOC) *unsex* sebanyak 120 ekor dengan bobot $46 \pm 2,77$ g. Ransum perlakuan adalah ransum basal yang disusun atas dasar E/P 2900 kkal/kg dan protein 18% dari bahan pakan seperti pada Tabel 1 ditambah dengan *Lactobacillus sp.* yang berfungsi sebagai probiotik.

Rancangan Percobaan dan Perlakuan

Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan, masing-masing ulangan 6 ekor ayam. Perlakuan pakan protein non mikropartikel 21% (T0), pakan protein non mikropartikel 18% (T1), pakan protein mikropartikel 18% (T2), pakan protein non mikropartikel 18% + 1,2 ml *Lactobacillus sp.* (T3) dan pakan protein mikropartikel + 1,2 ml *Lactobacillus sp.* (T4).

Tabel 1. Komposisi Ransum Perlakuan tanpa *Lactobacillus sp.* dan Kandungan Nutrien

Bahan Pakan	Komposisi (%)		
	Protein Non Mikropartikel 21%	Non Mikropartikel 18 %	Mikropartikel Protein 18 %
Jagung Giling	48	50,5	50,5
Bekatul	14	20	20
Bungkil Kedelai	27	21	0
Bungkil Kedelai Mikropartikel	0	0	21
Tepung Ikan	10	7,5	0
Tepung Ikan Mikropartikel	0	0	7,5
CaCO ₃	0,5	0,5	0,5
Premiks	0,5	0,5	0,5
Total	100	100	100
Kandungan Nutrien *:			
Energi Metabolis (kkal/kg)**	2.978,41	2.948,32	2.948,32
Protein Kasar	21,29	18,12	18,12
Lemak Kasar	2,81	2,70	2,70
Serat Kasar	4,27	4,77	4,77
Kalsium	1,03	0,88	0,88
Fosfor	0,65	0,61	0,61
Metionin***	0,45	0,39	0,39
Lisin***	1,37	1,12	1,12
Arginin***	1,51	1,28	1,28

Sumber: * Dianalisis di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro (2016).

** Dihitung berdasarkan rumus Balton (Siswohardjono, 1982).

*** Berdasarkan Tabel National Research Council (1994).

Prosedur Penelitian, Parameter dan Analisis Statistik

Ayam broiler dipelihara selama 42 hari, dengan tahapan pada umur 1-20 hari diberi kesempatan adaptasi dan dipelihara di kandang *brooder* dengan pakan komersial, selanjutnya pada umur 21 hari dipindah di kandang *battery* dan diberi ransum perlakuan. Vaksin *Newcastle Disease* (ND) diberikan pada umur 4 hari dan vaksin gumboro dilakukan pada umur 8 hari. Penambahan *Lactobacillus sp.* diberikan sebanyak 1,2 ml pada setiap pagi dengan mencampurkan sedikit ransum sampai habis dikonsumsi kemudian diberikan ransum tanpa

campuran *Lactobacillus sp.* sesuai dengan kebutuhan dalam satu hari. Ransum dalam bentuk pellet dan air minum, keduanya diberikan *ad libitum*.

Pengukuran villi bagian duodenum diambil dari ayam yang sebelumnya dipuasakan selama 24 jam. Ayam disembelih dan duodenum dibersihkan, selanjutnya diletakkan pada tempat yang tertutup berisi formalin yang sudah diencerkan sampai 10%.

Bobot relatif dan panjang duodenum sama halnya dengan saat pengambilan sampel villi yaitu sebelumnya dipuasakan terlebih dahulu, disembelih dan dibersihkan. Selanjutnya organ

pencernaan bagian duodenum. ditimbang dengan timbangan analitik dengan ketelitian 0,01 g, sedangkan panjang duodenum diukur dengan pita ukur. Pertambahan bobot badan (PBB) diukur dengan menghitung selisih antara bobot badan (BB) akhir dengan bobot badan awal menggunakan rumus :

$$PBB = BB \text{ akhir} - BB \text{ awal}$$

Data dinalisis ragam (ANOVA) dengan menggunakan Uji F untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan

dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian pemberian ransum mikropartikel dengan 1,2 ml *Lactobacillus sp.* pada ayam broiler berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap tinggi villi usus duodenum, bobot relatif duodenum, panjang duodenum dan pertambahan bobot badan (Tabel 2).

Tabel 2. Tinggi Villi duodenum, Bobot Relatif Duodenum, Panjang Duodenum dan PBB

Perlakuan	Tinggi villi duodenum (μm)	Bobot relatif duodenum (g)	Panjang duodenum (cm)	PBB (g)
T0	1267,88 ^c	0,70 ^b	26,38 ^a	664,00 ^b
T1	1228,34 ^c	0,63 ^b	26,28 ^a	634,50 ^b
T2	1396,22 ^b	0,78 ^{ab}	23,38 ^b	603,50 ^b
T3	1444,01 ^{ab}	0,80 ^{ab}	26,77 ^a	651,00 ^b
T4	1530,53 ^a	1,01 ^a	28,35 ^a	728,75 ^a

Keterangan: Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Tinggi Villi Duodenum

Perlakuan T4 menunjukkan peningkatan paling tinggi pada villi duodenum dan berbeda nyata terhadap T0, T1 dan T2 tetapi tidak berbeda dengan T3 (Tabel 2). Penggunaan pakan sumber protein terutama bungkil kedelai menjadi mikropartikel mengandung *soybean oligosaccharide* (SOS) sebagai sumber "makanan" yang dapat difermentasi oleh BAL dalam saluran pencernaan. Proses fermentasi tersebut menghasilkan produk metabolit berupa asam laktat dan SCFA

yang mengakibatkan pH saluran pencernaan rendah sehingga dapat membantu penyehatan saluran pencernaan ditandai dengan meningkatnya BAL 1,63 cfu/g dan menurunnya populasi *coliform* 0,11cfu/g (Cholis, 2018). Produk SCFA memberikan efek yang mampu memperbaiki morfologi usus sebagai hasil fermentasi karbohidrat molekul rendah. Penambahan *Lactobacillus sp.* memiliki peranan terhadap proses fermentasi terutama karbohidrat dengan berat molekul rendah,

misalnya oligosakarida. Bordignon *et al.* (2004) menyatakan bahwa karbohidrat tidak dapat dicerna inang tetapi dapat difermentasi oleh bakteri menguntungkan seperti *Lactobacillus sp.* fermentasi karbohidrat oleh BAL menghasilkan SCFA dan asam laktat, sehingga saluran pencernaan menjadi lebih sehat dan penyerapan nutrisi lebih baik. Ahmad (2006) melaporkan bahwa peningkatan tinggi villi dan lebar villi disebabkan meningkatnya asam lemak rantai pendek yang dihasilkan oleh probiotik. Saluran pencernaan yang sehat ditandai oleh pertumbuhan villi yang lebih baik. Austic dan Nesheim, (1990) melaporkan bahwa kemampuan pencernaan dan penyerapan nutrisi dapat dipengaruhi oleh luas permukaan epithel usus, jumlah lipatan-lipatannya, banyaknya villi dan mikrovilli yang memperluas penyerapan. Peningkatan kesehatan saluran pencernaan berdampak pada aktivitas enzim pencernaan, sehingga penyerapan nutrisi lebih baik.

Bobot Relatif Duodenum

Bobot duodenum menunjukkan bahwa perlakuan T4 nyata ($P < 0,05$) paling tinggi dibandingkan T0 dan T1, tetapi sama dengan T2 dan T3. Penggunaan bungkil kedelai mengandung *soybean oligosaccharide* (SOS) difermentasi oleh bakteri asam laktat (BAL) menghasilkan *short chain fatty acid* (SCFA) yang dapat menurunkan pH, meningkatkan populasi BAL dan menekan pertumbuhan bakteri patogen. Sarwono dkk. (2012) probiotik merupakan suplemen tambahan pada ransum yang mengandung mikroba hidup yang berfungsi untuk mengatur komposisi

mikroba dengan cara menekan mikroba patogen dalam saluran pencernaan sehingga dapat meningkatkan kecernaan dan penyerapan nutrisi. Ahmad (2006) melaporkan bahwa peningkatan tinggi villi dan lebar villi dipastikan akibat meningkatnya asam lemak rantai pendek yang diinduksi oleh probiotik. Selain itu, meningkatnya bobot usus halus disebabkan oleh meningkatnya asam lemak rantai pendek yang dihasilkan dari proses fermentasi probiotik dan berdampak pada perbanyakan sel epitel usus halus. Katarzyna *et al.* (2010) menyatakan bahwa probiotik asam lemak rantai pendek (SCFA) dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen. *short chain fatty acid* (SCFA) yang dihasilkan oleh fermentasi probiotik dapat menyebabkan perbanyakan sel epithel usus, sehingga meningkatkan bobot duodenum.

Panjang Duodenum

Panjang duodenum dengan pemberian pakan protein mikropartikel dan *Lactobacillus sp.* menunjukkan bahwa perlakuan T0, T2, T3 dan T4 lebih tinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap T3. Peningkatan panjang duodenum dalam penelitian ini disebabkan oleh bungkil kedelai mikropartikel mengandung *soybean oligosaccharide* (SOS) yang dapat difermentasi oleh bakteri asam laktat (BAL) menghasilkan *shot chain fatty acid* (SCFA) mengakibatkan pH rendah. Sejalan dengan pernyataan Krismaputri dkk. (2016) bahwa pemberian SOS dari ekstrak bungkil kedelai (EBK) maupun ekstrak kulit kedelai (EKK) menghasilkan pH saluran pencernaan cenderung lebih asam. Kondisi tersebut menyebabkan

bakteri patogen mengalami perlambatan pertumbuhan dan sebaliknya, meningkatkan populasi BAL yang didukung dengan *Lactobacillus sp.* sebagai probiotik eksogenus sehingga saluran pencernaan menjadi sehat. Widyastuti dan Soarianawati (1999) menyatakan bahwa probiotik mampu mencegah tumbuhnya bakteri atau organisme yang merugikan bagi inang, meningkatkan kecernaan dan penyerapan nutrisi karena mampu merangsang epitel usus sehingga secara simultan membantu aktivitas enzim saluran pencernaan dan perkembangan usus.

Pertambahan Bobot Badan

Pemberian pakan protein mikropartikel dan *Lactobacillus sp.* terhadap PBB menunjukkan bahwa perlakuan T4 paling tinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap perlakuan lainnya. SCFA yang dihasilkan dari fermentasi *soybean oligosaccharide* (SOS) mikropartikel oleh BAL mampu memperbaiki kesehatan saluran pencernaan kondisi tersebut mempengaruhi proses pencernaan dan penyerapan nutrisi, terutama protein. Sumber protein yang diubah menjadi mikropartikel dengan ukuran partikel yang lebih kecil menyebabkan penetrasi enzim lebih besar sehingga lebih cepat menghasilkan asam amino yang mudah diserap, akhirnya dapat meningkatkan asupan protein yang berdampak positif terhadap pertambahan bobot badan (PBB). Mingbin *et al.* (2015) menyatakan bahwa ukuran partikel yang lebih kecil dapat dikaitkan dengan luas permukaan yang lebih besar sehingga menghasilkan

daya cerna yang lebih tinggi. Peningkatan penyerapan protein dapat dilihat dari tingginya kecernaan protein (Suthama dan Wibawa, 2017) sebagai substrat untuk deposisi protein daging. Asupan protein yang tinggi di dukung dengan pertumbuhan tulang yang baik (Erfah, 2018) menyebabkan semakin banyak pula daging yang dapat melekat pada tulang sehingga meningkatkan pertambahan bobot badan (Tabel 2).

KESIMPULAN

Peningkatan pertambahan bobot badan ayam broiler ditunjang oleh tinggi villi, panjang dan bobot duodenum akibat pemberian ransum 18% protein mikropartikel yang dikombinasi dengan 1,2 ml *Lactobacillus sp.*

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. (2006). Effect of probiotics on broiler performance. *Int. J. Poult. Sci.* 5: 593-597.
- Austic, R.E. and Nesheim., 1990. *Poultry Production*, 13th Ed. Lea and Febiger. Philadelphia. London. P. 29-30.
- Apriliyana, K.T., Suprijatna E. dan Atmomarsono, U. (2015). Penambahan EnzimFitase pada Ransum dengan Level Protein Berbeda terhadap Efisiensi Protein Ayam Broiler. *Jurnal Pengembangan Peyuluhan Pertanian, Bidang Ilmu-Ilmu Peternakan, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Megelang, Jurusan Peternakan, Magelang*
- Bordignon, J.R., K. Nakahara, T. Yoshihashi, dan S. Nikkuni. 2004.

- Hydrolysis of isoflavones and consumption of oligosaccharides during lactic acid fermentation of soybean milk. *Jpn. Agric. Res.* 38 (4): 259-265.
- Cholis, M. A. 2018. Pengaruh Penggunaan Sumber Protein Mikropartikel dan *Lactobacillus sp.* dalam Ransum Terhadap Kondisi Fisiologis Usus Halus dan Pertumbuhan Ayam Broiler. Fakultas Peternakan dan Pertanian. Universitas Diponegoro, Semarang. (Tesis).
- Cristopher, E. J. dan Bagus, H. 2011. 28 Hari Panen Ayam Broiler. Aromedia Pustaka. Jakarta.
- Erfah, M. N. 2018. Retensi Kalsium Dan Pertumbuhan Tulang Pada Ayam Broiler Yang Diberi Ransum Dengan Protein Mikropartikel Dan Probiotik. Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. (Skripsi).
- Faradila, S. , Nyoman, S. dan Bambang, S. 2016. Kombinasi inulin umbi dahlia-*Lactobacillus sp* yang mengoptimalkan perkembangan mikroflora usus dan pertumbuhan persilangan ayam pelung-leghorn. *J. Vet.* 17 (2) : 168-175.
- Kamal, N. A. 2016. Efek Pemberian Umbi Bunga Dahlia Sebagai Sumber Inulin Terhadap pH dan Laju Digesta Broiler. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar (Skripsi).
- Krismaputri, M.E., N. Suthama dan Y.B. Pramono. 2016. Pemberian soybean oligosaccharides dari ekstrak bungkil dan kulit kedelai terhadap pH usus, populasi *E. coli* dan PBBH pada broiler. *Mediagro* 12 (2): 20-25.
- M.E. Krismaputri, N. Suthama, dan Y.B. Pramono. (2016). Pemberian Prebiotik Soybean Oligosakarida dari Ekstrak Bungkil dan Kulit Kedelai terhadap Perlemakan dan Bobot Daging pada Ayam Broiler. *Jurnal Pengembangan Peyuluhan Pertanian, Bidang Ilmu-Ilmu Peternakan, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Megelang, Jurusan Peternakan, Magelang*
- Mingbin, L.V., L. Yan, Z. Wang, A.N. Sha, W.U. Miaomiao, and L.V. Zunzhou. 2015. Effect of feed from and feed particle size on growth performance, carcass characteristics and digestive tract development of broiler. *J. Anim. Nutr.* 1: 252–265.
- Nasrullah, F. 2010. Pengaruh komposisi bahan pengapsul terhadap kualitas mikrokapsul oleoresin lada hitam (*piper nigrum L.*). Departemen Ilmu dan Teknologi pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institusi Pertanian Bogor. Bogor.
- National Research Council. 1994. Nutrient Requirement of Poultry. 9th Revised Ed. National Academy Press, Washington D. C.
- Nur, M. W. 2008. Persentase Organ dalam Broiler Yang Diberi Ransum Crumble Berperkat Onggok, Bentonit dan Tapioka. Institusi Pertanian Bogor. Fakultas Peternakan. Bogor. (Skripsi).

- Puspitasari, N., T. Suthama dan H.I. Wahyuni. (2016). Pengaruh Penggunaan Rumput Laut dan Pare dalam Ransum terhadap Jumlah *Leukosit* dan Persentase Bobot Bursa Febrisius Ayam Broiler, Jurnal Pengembangan Peyuluhan Pertanian, Bidang Ilmu-Ilmu Peternakan, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Megelang, Jurusan Peternakan, Magelang
- Siswohardjono, W. 1982. Beberapa metode pengukuran energi metabolis bahan makanan ternak pada itik. Institut Pertanian Bogor, Bogor (Makalah Seminar Pasca Sarjana).
- Suthama, N., dan P. J. Wibawa. 2017. Kombinasi Protein Pakan Mikropartikel dan Probiotik (Promik-Pro) terhadap Ketersediaan Asam Amino dan Pertumbuhan Ayam Broiler Organik. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang.