

# PERKEMBANGAN FUNGSI FISIOLOGIS SALURAN PENCERNAAN AYAM KEDU PERIODE STARTER

Oleh :

**N. Suthama<sup>1</sup>, dan S. M. Ardiningsasi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, <sup>2</sup>Jurusan Produksi Ternak,  
Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro,  
Kampus Tembalang Semarang 50275

## Ringkasan

Ayam Kedu sebagai plasma nutfah Jawa Tengah dianggap mempunyai potensi genetik yang lebih baik jika dibandingkan dengan ayam lokal pada umumnya. Namun, kajian ilmiah yang ada sangat terbatas. Kenyataan menunjukkan bahwa angka mortalitasnya cukup tinggi dan kemampuan produksinya masih rendah, baik pada pemeliharaan *in situ* maupun *ex situ*. Penelitian tentang perkembangan fungsi fisiologis alat pencernaan, dilihat dari aktivitas enzim protease pada usus halus dan pankreas, dan perubahan bobot dan panjang usus halus, dilakukan pada ayam Kedu berasal dari pemeliharaan *in situ*. Perkembangan alat pencernaan merupakan indikator dari kemampuan memanfaatkan nutrisi untuk hidup pokok, produksi, dan kesehatan. Pengamatan terhadap perkembangan alat pencernaan mengikuti pola perbedaan umur (*time course*), mulai umur 2 minggu (interval waktu 2 minggu) dan berakhir pada umur 10 minggu. Jumlah ayam yang diamati sebanyak 100 ekor dengan dekapitasi sebanyak 20 ekor setiap 2 minggu (dibagi menjadi 4 kelompok sebagai unit percobaan atau ulangan). Waktu/umur pengamatan merupakan perlakuan. Aktivitas enzim protease total pada usus halus dan pankreas, bobot dan panjang usus halus merupakan parameter penelitian. Aktivitas enzim protease total ditentukan menurut metode Colowick dan Kaplan (1985). Data diolah statistik menurut analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Duncan untuk membandingkan antarwaktu/umur pengamatan. Data aktivitas enzim diuji dengan perhitungan regresi (Sudjana, 1983), untuk menentukan saat perkembangan alat pencernaan paling maksimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas protease total, sebagai indikator dari perkembangan fisiologis saluran pencernaan, meningkat pesat ( $P < 0,05$ ) baik pada usus halus maupun pankreas seiring dengan bertambahnya umur. Bobot dan panjang usus halus tampak semakin meningkat ( $P < 0,05$ ) dengan bertambahnya umur sampai 10 minggu, kecuali panjang usus antara umur 2 dan 4 minggu tidak berbeda. Peningkatan aktivitas protease total berkisar antara 3 - 3,5 kali dan 4 - 4,5 kali lebih tinggi masing-masing untuk usus halus dan pankreas pada umur 8 atau 10 minggu dibandingkan dengan umur awal (2 minggu). Secara umum, percepatan perkembangan fisiologis usus halus meningkat, tetapi penambahan panjang agak tersendat pada umur awal.

*Kata kunci: saluran pencernaan, enzim protease, ayam Kedu*

## (Physiological Function Development of Digestive Tract of Starting Kedu Chicken)

### Summary

Kedu chickens, as an indigenous poultry type in Central Java, are believed to have higher genetic potential when compared to other native chickens, but scientific investigation is very limited. Either *in situ* or *ex situ* breeding methods of Kedu chickens indicated high mortality with low productivity. The present study evaluated

the physiological function of digestive tract based on the activity of total proteases enzyme in the small intestine and pancreas, weight and length of small intestine of Kedu chickens obtained from an *in situ* breeding system. The improvement of the digestive tract growth indicates the ability of nutritional uptake to meet the requirements for maintenance, production and health. Studies on digestive tract development followed the pattern of age difference (time course) starting at 2 weeks of age (2 weeks interval) and completed at the of 10 weeks. The total number of chickens used in the present study were 100 birds, and 20 birds (divided into 4 groups representing replication) were decapitated at 2 weeks intervals. Age or time of observation was created as experimental treatment. Activity of total proteases enzyme in the intestine and pancreas, weight and length of intestine were the parameters observed in the present study. Activity of total proteases was measured according to the method of Colowick and Kaplan (1985). Data was subjected to analysis of variance and continued to the Duncan test to compare between time or age of observation. In order to estimate the maximal development of the digestive tract in relation to enzyme activity, the activity of total proteases was tested by regression analysis (Sudjana, 1983). The results showed that the activity of total proteases enzyme, as an indicator of physiological development of the digestive trust, increased significantly ( $P < 0,05$ ) both in the small intestine and pancreas with increasing age. Weight and length of the intestine, were significantly increased ( $P < 0,05$ ) with increasing age until 10 weeks old, except the length of intestine between the ages of 2 and 4 weeks. The increase in total proteases activity at 8 or 10 weeks old chickens ranged between 3-3.5 and 4-4.5 times higher for small intestine and pancreas, respectively, as compared to that of young chickens (2 weeks old). In general, it was observed that the physiological development rate of small intestine was increased by age, but the increase in length tended to be slow in young chickens.

*Key words: digestive tract, protease enzyme, Kedu chicken*

## **Pendahuluan**

Ayam Kedu, merupakan plasma nutfah di Jawa Tengah, mempunyai peluang yang cukup besar untuk dikembangkan secara lebih intensif. Peliharaannya mudah dan lebih tahan terhadap penyakit jika dibandingkan dengan ayam lokal pada umumnya karena mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan. Aktivitas enzim dalam saluran pencernaan mempunyai pengaruh kuat terhadap penggunaan nutrisi yang pada akhirnya menentukan produktivitas. Pola ransum dan nutrisi pada pemeliharaan ayam Kedu secara *in situ* dilakukan oleh peternak merupakan warisan nenek moyang yang bersifat turun temurun. Sistem pemeliharaan dengan pola pemberian ransum yang sederhana memberikan dampak terhadap perkembangan organ pencernaan baik secara makroskopis maupun fisiologis khususnya yang berhubungan dengan aktivitas enzim.

Kemampuan adaptasi saluran pencernaan berdasarkan atas fungsi fisiologis tergantung pada pasokan nutrisi yang diberikan pada periode perkembangan awal setelah menetas. Menurut Zhou *et al.* (1990), status nutrisi dan pola pemberian ransum

dapat memodifikasi fungsi saluran pencernaan. Kapasitas saluran pencernaan pada ayam periode awal dalam memanfaatkan nutrisi (asam amino dan gula) telah dilaporkan oleh Rovira *et al.* (1994). Pemberian protein atau asam amino dalam jumlah banyak dapat meningkatkan daya serap usus, atau berakibat sebaliknya dengan pembatasan ransum. Kemampuan usus dalam memanfaatkan nutrisi ditentukan oleh perkembangan saluran pencernaan secara fisiologis yang dilihat dari segi aktivitas enzim.

Penelitian tentang perkembangan saluran pencernaan pada ayam Kedu baik secara makroskopis maupun dalam hubungannya dengan kemampuan enzimatik belum dilakukan secara memadai, sehingga tidak cukup informasi yang dapat dipakai untuk mengklarifikasi masalah rendahnya produktivitas. Meskipun demikian, sebagai langkah awal Suthama *et al.* (1993) telah melakukan penelitian pada ayam Kedu periode "starter" yang dipelihara secara *in situ*, dan menemukan korelasi positif yang sangat nyata antara kadar protein ransum dengan kemampuan sintesis protein. Selanjutnya, Suthama *et al.* (1994) melaporkan bahwa ayam Kedu yang diberi ransum dengan kualitas yang sudah diperbaiki ternyata masih menunjukkan rendahnya kemampuan mencerna protein. Ini merupakan indikasi dari status perkembangan fisiologis (enzim protease) organ pencernaan dalam kaitannya dengan pemanfaatan nutrisi. Lambatnya perkembangan organ pencernaan, khususnya usus halus, mungkin ada hubungannya dengan rendahnya kapasitas ribosoma karena pada akhir umur 13 minggu baru mencapai maksimal (Suthama, 2005).

Dilakukannya pengukuran aktivitas enzim protease dalam saluran pencernaan adalah karena erat hubungannya dengan penggunaan protein yang merupakan nutrisi penting pada periode starter dan pertumbuhan. Perkembangan saluran pencernaan secara fisiologis, khususnya usus halus, berdasarkan aktivitas enzim protease total pada ayam yang berasal dari pemeliharaan *in situ*, dapat memberikan arti tentang kemampuan dalam memanfaatkan nutrisi untuk hidup pokok termasuk kesehatan dan proses produksi. Penelitian eksploratif dengan pengamatan aspek aktivitas enzim protease pada saluran pencernaan menurut umur (*time course*) merupakan fenomena yang dapat dipakai sebagai dasar pola perubahan pemeliharaan dari *in situ* menjadi *ex situ* dengan perbaikan ransum.

## **Materi dan Metode**

### **Materi, Tempat, dan Waktu Penelitian**

Kondisi dan manajemen pemeliharaan agar terjamin masih asli, maka penelitian dilakukan terhadap sekelompok ayam yang dipelihara secara *in situ* yang diberi

ransum menurut kebiasaan peternak. Ransum yang dipergunakan oleh peternak merupakan hasil campuran sendiri ("opiosan" dengan konsentrat) yang terdiri atas dedak padi, jagung kuning, dan konsentrat dengan perbandingan 6-3-1 (kandungan protein 13,4%, serat kasar 9,7%, energi metabolis 2913 kkal/kg). Anak ayam Kedu dengan umur sama sebanyak 100 ekor dititipkan untuk dipelihara sesuai dengan kondisi setempat di desa Kedu, Jawa Tengah, selama 2,5 bulan (10 minggu). Pengamatan dilakukan berdasarkan interval waktu/umur (*time course*) dengan selang waktu 2 minggu. Pengambilan sampel usus dimulai umur 2 minggu dan berakhir pada umur 10 minggu dengan dekapitasi sebanyak 20 ekor setiap 2 minggu. Ayam yang di kapitasi sebanyak 20 ekor setiap pengamatan (interval 2 minggu) dibagi menjadi 4 kelompok sebagai unit percobaan atau ulangan.

### **Parameter Penelitian dan Analisis Data**

Parameter aktivitas enzim protease total baik pada usus halus maupun pankreas dimaksudkan untuk mengetahui perkembangan fisiologis organ pencernaan, dan ini didukung oleh data kuantitatif meliputi bobot dan panjang usus halus. Bobot dan panjang usus halus diukur setelah terlebih dahulu "chyme" (digesta) dibersihkan. Aktivitas enzim protease total diukur menurut metode Colowick dan Kaplan (1985). Data dianalisis statistik berdasarkan prosedur sidik ragam dilanjutkan dengan uji Duncan untuk membandingkan antarwaktu pengamatan (umur sebagai perlakuan). Aktivitas enzim protease total dianalisis regresi (Sudjana, 1983) untuk mengetahui perkembangan fungsi fisiologis usus halus yang optimal.

## **Hasil dan Pembahasan**

### **Perkembangan Fungsi Fisiologis Usus Halus dan Pankreas Berdasarkan Aktivitas Enzim Protease Total**

Aktivitas enzim protease pada usus halus dan pankreas meningkat secara nyata ( $P < 0,05$ ) seiring dengan bertambahnya umur (Tabel 2). Besarnya peningkatan aktivitas enzim tersebut berbeda antara yang terjadi pada usus halus dengan di pankreas. Aktivitas enzim meningkat sebesar antara 3 - 3,5 kali lebih tinggi pada usus halus dan 4 - 4,5 kali lebih besar pada pankreas. Peningkatan aktivitas enzim pada penelitian ini tampak jelas dipengaruhi oleh umur lewat rangsangan banyaknya "chyme" yang ada. Banyaknya "chyme" berhubungan erat dengan jumlah konsumsi, karena umur makin bertambah jumlah konsumsi (*intake*) juga meningkat. Meskipun aktivitas enzim pencernaan pada umumnya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain genetik, komposisi ransum, dan *intake* (Nitsan *et al.*, 1991), *intake* lebih berpengaruh terhadap produksi dan aktivitas enzim pencernaan. Hasil penelitian ini lebih sinkron dengan penemuan Pubols (1991) dan Sell *et al.* (1991) yang menunjukkan bahwa umur merupakan faktor yang mempengaruhi produksi enzim pencernaan pada ayam dan kalkun. Perubahan ransum menjadi "chyme" dalam saluran pencernaan dapat menjadi

rangsangan mekanis bagi dinding usus yang selanjutnya mempengaruhi produksi enzim pencernaan. O'Sullivan *et al.* (1992) melaporkan bahwa aktivitas tripsin pada ayam dengan bobot badan ringan lebih rendah jika dibandingkan dengan pada ayam dengan bobot badan yang lebih tinggi. Hal tersebut konsisten dengan hasil penelitian ini bahwa semakin muda umur ayam semakin rendah aktivitas enzim karena konsumsi ransum semakin sedikit sebagai perangsang dinding saluran pencernaan (usus halus).

Tabel 1. Aktivitas Enzim Protease dalam Usus Halus dan Pankreas pada Ayam Kedu Periode Starter (Umur 10 minggu)

Parameter	Ulangan					Rerata
	1	2	3	4	5	
<b>Aktivitas Protease Usus Halus (units/g)</b>						
2 minggu	5,55	4,83	5,70	6,01	5,84	<b>5,59<sup>e</sup></b>
4 minggu	7,42	8,12	7,75	8,06	7,19	<b>7,71<sup>d</sup></b>
6 minggu	11,86	11,44	12,08	12,25	12,50	<b>12,03<sup>c</sup></b>
8 minggu	17,79	18,08	19,00	17,94	18,10	<b>18,18<sup>b</sup></b>
10 minggu	19,35	20,00	204,5	19,93	19,09	<b>19,76<sup>a</sup></b>
<b>Aktivitas Protease Pankreas (units/g)</b>						
2 minggu	18,42	17,50	20,02	18,18	19,36	<b>18,70<sup>e</sup></b>
4 minggu	34,97	35,15	38,01	30,06	33,90	<b>34,42<sup>d</sup></b>
6 minggu	59,00	60,20	58,95	59,54	54,87	<b>58,51<sup>c</sup></b>
8 minggu	80,10	78,96	82,24	80,43	79,48	<b>80,42<sup>b</sup></b>
10 minggu	87,45	89,03	85,05	88,20	90,24	<b>87,99<sup>a</sup></b>

Nilai rerata dengan superskrip berbeda menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,0$ )

Analisis regresi dengan komponen umur dan aktivitas enzim masing-masing sebagai faktor X dan Y, menunjukkan persamaan regresi  $Y = 5,601 + 12,882 X$  ( $R^3 = 0,91$ ,  $P < 0,05$ ) dan  $Y$  maksimum = 8,14. Berdasarkan persamaan regresi, dapat dinyatakan bahwa 91% aktivitas enzim dipengaruhi oleh umur, dan aktivitas maksimal tercapai pada awal umur 9 minggu. Sebagai pembanding, Lu dan Shen (1998) menunjukkan bahwa puncak aktivitas tripsin dan kemotripsin (U/100 g bobot badan) pada broiler dicapai pada umur 21 hari (3 minggu). Perbedaan ini memberi arti bahwa di samping pola ransum, faktor genetik ayam mempunyai kontribusi sangat besar terhadap perkembangan fisiologis alat pencernaan dilihat dari aktivitas enzim protease. Ayam tumbuh cepat (broiler) mencapai puncak aktivitas enzim jauh lebih awal jika dibandingkan dengan ayam dengan pertumbuhan lambat (ayam Kedu), seperti yang ditemukan pada penelitian ini.

Di samping itu, jumlah *intake* asam amino dan kerja cholecystokinin yang sinergis merupakan faktor penting terhadap produksi enzim. Kemungkinan *intake* asam amino semakin tinggi dan kerja cholecystokinin semakin sinergis dengan semakin bertambahnya umur ayam. Apabila dilihat dari aktivitas enzim pada setiap periode

umur pengamatan, baik pada usus halus maupun pada pankreas, aktivitasnya ternyata lebih rendah jika dibandingkan dengan ayam ras. Barash *et al.* (1993) melaporkan bahwa aktivitas tripsin pada ayam ras petelur persilangan antara New Hampshire dengan White Leghorn sekitar 24 unit/g pada usus halus dan sebesar kurang lebih 170 unit/g pada pankreas. Jadi, untuk fenomena ini pendapat Nitsan *et al.* (1991) sangat mendukung karena faktor genetik memegang peranan penting dalam menentukan sedikit atau banyaknya produksi dan aktivitas enzim yang dihasilkan oleh usus.

Penyebab rendahnya aktivitas enzim protease pada ayam Kedu dapat diperkirakan karena pola pemberian ransum yang tidak terkontrol, antara lain jumlah konsumsi tidak sesuai dengan kebutuhan setiap hari. Jumlah ransum dalam saluran pencernaan yang dapat berubah menjadi "chyme" mempunyai kontribusi terhadap kegiatan enzimatik. Keberadaan jumlah "chyme" sebagai perangsang mekanis bagi alat pencernaan berhubungan langsung dengan sintesis dan sekresi enzim seperti yang dilaporkan sebelumnya (O'Sullivan *et al.*, 1992); juga kapasitas ribosoma usus halus (Suthama, 2005). Perubahan jenis atau jumlah ransum menimbulkan adanya usaha pengaturan aktivitas enzim dalam jaringan dan pankreas (Corring, 1980). Produksi dan aktivitas enzim protease dipengaruhi oleh *intake* dan kualitas nutrisi yang rendah, terutama asam amino (protein), karena ransum yang diberikan terlalu banyak dedak padi (komposisi dedak padi, jagung kuning dan konsentrat = 6:3:1). Rendahnya kapasitas ribosoma usus halus dengan perkembangan yang lambat (Suthama, 2005), akibat dari pemberian ransum dengan kualitas protein rendah sejak periode awal, sebagai penyebab internal terhadap aktivitas enzim. Hasil penelitian ini memberi informasi yang sangat penting bahwa rendahnya aktivitas enzim protease merupakan indikasi dari efektivitas penggunaan nutrisi (protein) yang juga rendah pada ayam Kedu. Indikasi tersebut kembali bertitik tolak dari pola pemberian ransum yang sederhana pada pemeliharaan *in situ* dengan kualitas dan kandungan nutrisi yang rendah karena ayam diberi ransum dengan proporsi dedak padi terlalu banyak dan konsentrat terlalu sedikit.

### **Perkembangan Usus Halus Berdasarkan Bobot dan Panjang**

Pengamatan secara kuantitatif terhadap saluran pencernaan berdasarkan pada bobot dan panjang usus halus. Perkembangan usus halus saja yang menjadi fokus pengamatan pada penelitian ini, karena usus halus merupakan bagian organ pencernaan yang sangat vital sebagai tempat pencernaan enzimatik dan penyerapan nutrisi. Semakin bertambah umur, bobot usus halus nyata ( $P < 0,05$ ) semakin meningkat (Tabel 2), sedangkan panjang usus halus pada umur 2 dan 4 minggu tidak berbeda, kemudian meningkat secara nyata ( $P < 0,05$ ) sampai umur 10 minggu.

Tabel 2. Bobot dan Panjang Usus Ayam Kedu Periode Starter (Umur 10 minggu)

Parameter	Ulangan					Rerata
	1	2	3	4	5	
<b>Bobot Usus Halus (mg)</b>						
2 minggu	1,0	3,0	2,0	3,0	1,0	<b>2,0<sup>e</sup></b>
4 minggu	5,0	4,0	4,0	6,0	5,0	<b>4,9<sup>d</sup></b>
6 minggu	10,0	10,0	14,0	11,0	12,0	<b>11,4<sup>c</sup></b>
8 minggu	16,0	17,0	15,0	16,0	18,0	<b>16,4<sup>b</sup></b>
10 minggu	26,0	21,0	24,0	25,0	22,0	<b>23,6<sup>a</sup></b>
<b>Panjang Usus Halus (cm)</b>						
2 minggu	35	41	32	38	40	<b>37,2<sup>e</sup></b>
4 minggu	44	35	39	42	38	<b>39,2<sup>d</sup></b>
6 minggu	57	63	68	61	60	<b>61,8<sup>c</sup></b>
8 minggu	77	84	87	80	82	<b>82,0<sup>b</sup></b>
10 minggu	94	88	86	95	98	<b>92,2<sup>a</sup></b>

Nilai rerata dengan superskrip berbeda menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,0$ )

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pola perkembangan usus halus ayam Kedu pada umur awal dimulai dari perubahan bobot (penebalan) dan belum diikuti oleh pertambahan panjang. Namun, pada minggu berikutnya terjadi sinkronisasi pertumbuhan usus halus, yaitu perubahan antara bobot dan panjang terjadi secara bersama-sama. Apabila dibandingkan dengan ayam ras, ayam Kedu termasuk jenis unggas yang pertumbuhannya lambat sehingga pola perubahan perkembangan usus halus tampak lebih dominan daripada pertambahan bobot badan itu sendiri. Hasil penelitian O'Sullivan *et al.* (1992) memberikan komparasi bahwa ayam petelur tipe ringan mempunyai peningkatan bobot usus halus yang lebih jelas jika dibandingkan ayam tipe berat dari sejak menetas sampai umur 21 hari, tetapi terjadi sedikit perubahan dari umur 21 sampai 48 hari. Penelitian lain (Crompton dan Walters, 1979) membuktikan bahwa panjang usus halus ayam White Leghorn jantan bertambah sebesar 10 mm/hari dan rata-rata berat kering untuk setiap 10 mm meningkat dari sekitar 9,7 mg pada minggu pertama menjadi 45,1 mg pada minggu kesepuluh. Jadi, ayam yang pertumbuhannya lambat, termasuk ayam Kedu, atau tipe ringan untuk ayam ras, mempunyai kecepatan pertumbuhan usus halus lebih lambat jika dibandingkan dengan ayam tipe berat (pertumbuhan cepat). Menurut Shapira dan Nir (1995, bobot badan dan jumlah ransum yang dikonsumsi berhubungan erat dengan kapasitas pertumbuhan organ pencernaan.

Makin banyak jumlah ransum yang dikonsumsi makin aktif kegiatan usus untuk mencerna sehingga dapat merangsang pertumbuhan organ pencernaan. Jenis ransum seperti misalnya perbedaan serat, juga dapat menentukan perkembangan organ pencernaan (Siri *et al.*, 1992). Data bobot dan panjang usus halus pada penelitian ini lebih dekat dengan penemuan Shapira dan Nir (1995) tetapi kurang didukung oleh pendapat Siri *et al.* (1992). Jumlah konsumsi ransum yang semakin banyak dengan semakin bertambah umur ayam dapat diterima sebagai satu dari sekian banyak faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan saluran pencernaan. Namun, jenis ransum, baik bahan maupun komposisi, yang dipergunakan oleh peternak pada penelitian ini relatif sama (dedak padi, jagung kuning dan konsentrat = 6:3:1), sehingga serat kasar tidak perlu dipermasalahkan.

### **Kesimpulan**

Peningkatan aktivitas enzim protease total berkisar antara 3 - 3,5 kali lebih besar untuk usus halus dan 4 - 4,5 kali lebih tinggi untuk pankreas pada umur 8 atau 10 minggu jika dibandingkan dengan umur awal (2 minggu). Perkembangan fungsi fisiologis usus halus dilihat dari aktivitas enzim protease total mencapai optimal pada awal umur 9 minggu. Secara umum, percepatan perkembangan fisiologis usus halus meningkat, tetapi penambahan panjang agak tersendat pada umur awal.

Penelitian tentang pemantauan perkembangan saluran pencernaan khususnya usus halus sebaiknya dilanjutkan sampai akhir periode pertumbuhan (*grower*) dengan disertai seleksi bobot badan.

### **Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, atas dukungan dana sehingga penelitian dapat terlaksana dengan data yang telah dipublikasikan dalam majalah ilmiah. Kepada Maulana Hamonangan Nasoetion, SPt., MP. diucapkan terima kasih atas bantuan teknis yang sangat berarti.

### **Daftar Pustaka**

- Barash, I., Z. Nitsan and I. Nir. 1993. Adaptation of light-bodied chicks to meal feeding: Gastrointestinal tract and pancreatic enzymes. *Br. Poult. Sci.* **34**: 15 – 42
- Colowick, S.P. and N.O. Kaplan. 1985. *Methods in Enzymology*. **Vol. n** Academic Press Inc., New York, NY.

- Con-ing, T. 1980. The adaptation of digestive enzymes to the diet: Its physiological significance. *Reprod. Nutr. Dev.* **20**: 1217-1235.
- Crompton, D.W. and D.E. Walters. 1979. A study of the growth of the alimentary tract of the young cockerel. *Br. Poult. Sci.* **20**: 149 - 158.
- Lu, J.-J. And T.-F. Shen. 1998. Development of digestive organs and digestive enzymes for protein in broilers. *Proc. 6<sup>th</sup> Asian Pasific Poultry Congress, Nagoya, Japan*, pp. **344-345**.
- Nitsan, Z., G. Ben-Avraham, Z. Zorefand I. Nir. 1991. Growth and development of the digestive organs and some enzymes after hatching in broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* **32**: 515-523.
- O'Sullivan, N.P., E.A. Dunnington, A.S. Larsen and P.B. Siegel. 1992. Correlated responses in lines of chickens divergently selected for fifty-six-day body weight. 3. Digestive enzymes. *Poult. Sci.* **71**: 610 - 617.
- Pubols., M.H. 1991. Ratio of digestive enzymes in chick pancreas. *Poult. Sci.* **70**: 337 -342.
- Rovira, N., M.E. Soriano and J.M. Planas. 1994. Ontogenic and regional changes in kinetic constants of methyl-D-glucoside transport in chicken small intestine. *Biochem. Soc. Trans.* **22**: 262S.
- Sell., J.L, C.R. Angel, FJ. Piquer, E.G. Mallarino and H.A. Al-Batshan 1991. Development patterns of selected characteristics of thp gastro-intestindl tracts of young turkey poults. *Poult. Sci.* **70**:1200 - 1205.
- Shapiro, F. And I. Nir. 1995. Stunting syndrome in broilers: Effect of age and exogenous amylase and protease on performance, development of the digestive tract, digestive enzyme activity, and apparent digestibility. *Poult. Sci.* **74**: 2019 - 2028.
- Siri., S., S. Tabioka and I. Tasaki. 1992. Effect of dietary fiber on growth performance, development of intestinal organs, protein and energy utilization, and lipid content of growing chicks. *Jp. Poult Sci.* **20**: 106 - 113.
- Sudjana. 1983. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*. Edisi kedua. Penerbit Trsito, Bandung.
- Suthama, K, B.I.M. Tampubolon dan Tristiarti. 1993. *Kajian tentang pakan dan status gizi pada ayam Kedu periode starter di daerah asalnya*. Laporan Penelitian, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
- Suthama, N., I.K. Gordeyasa, U. Atmomarsosno, Tristiarti dan H.I. Wahyuni. 1994. *Studi tentang pola pakan unggas lokal pada beibagai umur di Jawa Tengah*. Laporan Penelitian, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
- Suthama, N. 2005. Kapasitas ribosomal saluran pencernaan pada ayam Kedu. *J. Pengemb. Petem. Tropis* **30 (I)**: 7 ~ 12.

Zhou, Z.-X., Y. Isshiki, K. Yamauchi and Y. Nakahiro. 1990. Effects of force feeding and dietary cereals on gastrointestinal size, intestinal absorptive ability and endogenous Nitrogen in ducks. *Br. Poultry Sci.* **31**:307-317.