

## HISTOMORFOMETRI USUS HALUS BROILER DENGAN SUPLEMENTASI VITAMIN E, SELENIUM DAN ZINC DALAM AIR MINUM

*Histomorphometry of Broiler Small Intestine with Supplementation of Vitamin E, Selenium, and Zinc in Drinking Water*

Muhammad Mirandy Pratama Sirat<sup>1\*</sup>, Purnama Edy Santosa<sup>2</sup>, Ratna Ermawati<sup>2</sup>, Nur Aini<sup>1</sup>, Ayu Lidyana<sup>1</sup>, Sherlina Widya Rahma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Provinsi Lampung, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Peternakan Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Provinsi Lampung, Indonesia

\*Corresponding author: [m.mirandy@fp.unila.ac.id](mailto:m.mirandy@fp.unila.ac.id)

### ABSTRACT

The study aimed to determine the effect of Vitamin E, Selenium, and Zinc supplementation in drinking water on various histomorphometry parameters in the small intestine of broilers. The study was conducted for 30 days (June 2021) in a broiler farm unit in Adimulyo Village, Gading Rejo, Pesawaran, Lampung. This study was experimental using a completely randomized design, 5 treatment groups with 5 replications for each group. Each replication consisted of 5 broilers, for a total of 125 broilers. Supplementation of Vitamin E, Selenium, and Zinc in drinking water with 5 treatments at different doses, namely drinking water without Vitamin E, Selenium and Zinc (P0); drinking water with Vitamin E, Selenium, and Zinc at dose of 0,5 g/30 kg BW/day (P1); 1 g/30 kg BW/day (P2); 1,5 g/30 kg BW/day (P3); and 2 g/30 kg BW/day (P4)., each gram consist of Vitamin E 40 IU, Selenium 0,4 mg and Zinc 160 mg. Five broilers per group were randomly necropsied at 31 days old, taken samples of small intestine, fixed with formalin 10%, and histology preparations at Lampung Veterinary Disease Investigation Center. Observations using a Leica DM500® Binocular Microscope connected to a screen and a computer to calculate the various histomorphometry parameters in the small intestine of broilers. Average measurement data were analyzed using one-way ANOVA, followed by the Tukey test. Results were P3 had a significant effect ( $P<0.05$ ) on increasing the crypt depth of the duodenum; P2 had a significant effect ( $P<0.05$ ) on increasing the size of apex villi width of ileum; P1 had a significant effect ( $P<0,05$ ) on increasing crypt depth of ileum. The conclusion of this study was the supplementation of Vitamin E, Selenium and Zinc in drinking water could increase the depth of the crypts of the duodenum and ileum also the width of the apex villi of the ileum of broilers.

**Keywords:** Broiler small intestine, Histomorphometry, Selenium, Vitamin E, Zinc.

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suplementasi Vitamin E, Selenium dan Zinc dalam air minum terhadap berbagai parameter histomorfometri usus halus broiler. Penelitian dilaksanakan selama 30 hari (Juni-Juli 2021) di unit peternakan broiler di Desa Adimulyo, Gading Rejo, Pesawaran, Lampung. Penelitian ini bersifat eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap, 5 kelompok perlakuan dengan 5 ulangan setiap kelompok. Setiap ulangan terdiri dari 5 ekor broiler, sehingga total 125 ekor broiler. Suplementasi Vitamin E, Selenium dan Zinc pada air minum dengan 5 perlakuan dosis berbeda yaitu air minum tanpa Vitamin E, Selenium dan Zinc (P0); air minum yang mengandung Vitamin E, Selenium dan Zinc dengan dosis 0,5 g/30 kg BB/hari (P1); 1 gr/30 kg BB/hari (P2); 1,5 g/30 kg BB/hari (P3); dan 2 g/30 kg BB/hari (P4), tiap gramnya mengandung Vitamin E 40 IU, Selenium 0,4 mg dan Zinc 160 mg. Lima ekor ayam broiler per kelompok diambil secara acak dan dilakukan nekropsi pada umur 31 hari, diambil sampel usus halusnya, difiksasi dengan formalin 10% dan dibuat preparat histologi di Balai Veteriner Lampung. Pengamatan menggunakan Mikroskop Binokuler Leica DM500® yang terhubung dengan layar dan komputer untuk menghitung berbagai parameter histomorfometri pada usus halus broiler. Data hasil pengukuran rata-rata dianalisis menggunakan *one way* ANOVA yang dilanjutkan dengan uji Tukey. Hasil penelitian yaitu P3 mempunyai pengaruh yang signifikan ( $P<0,05$ ) terhadap peningkatan ukuran kedalaman kripta duodenum; P2 berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap peningkatan ukuran

lebar apex vili ileum; P1 berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap peningkatan kedalaman kriptas ileum. Kesimpulan penelitian ini bahwa suplementasi Vitamin E, Selenium dan Zinc pada air minum dapat meningkatkan ukuran kedalaman kriptas duodenum dan ileum serta lebar vili apex ileum broiler.

**Kata kunci:** Histomorfometri, Selenium, Usus Halus Broiler, Vitamin E, Zinc.

## PENDAHULUAN

Broiler atau ayam pedaging adalah salah satu jenis ternak yang digunakan sebagai sumber protein hewani di Indonesia. Populasi broiler di Indonesia pada tahun 2022 sebesar 3.168.325,2 ribu ekor, jumlah ini mengalami peningkatan sebesar 9,66% dari tahun sebelumnya sebesar 2,889,208 ribu ekor (BPS, 2023a). Sehingga produksi daging broiler pada tahun 2022 juga mengalami peningkatan sebesar 18,20 persen dari tahun sebelumnya (BPS, 2023b).

Kebutuhan akan daging broiler terbesar di Indonesia pada tahun 2022 yaitu di Jawa Barat sebesar 643,6 ribu ton, diikuti oleh Jawa Timur sebesar 545,2 ribu ton dan Jawa Tengah sebesar 396,6 ribu ton. Provinsi Lampung menempati posisi ke-8 untuk kebutuhan daging ayam ras dari 34 provinsi di Indonesia (BPS, 2022) dengan rata-rata tingkat konsumsi daging ayam di Indonesia pada tahun 2022 yaitu sebesar 0,15 kg/kapita/minggu (Ahdiat, 2023). Dalam rangka mendukung ketercapaian ketersediaan daging broiler secara nasional maka dibutuhkan peningkatan jumlah populasi broiler dan pencapaian pertambahan bobot badan melalui meningkatnya absorpsi nutrisi melalui peningkatan kinerja saluran pencernaan broiler.

Vitamin E merupakan komponen antioksidan utama dalam sistem biologis yang berperan penting dalam proses metabolisme, melindungi struktur sel, dan menjaga stabilitas membran dari radikal bebas. Vitamin E merupakan salah satu vitamin yang berperan penting dalam integritas sistem peredaran darah, otot, reproduksi, saraf, dan kekebalan tubuh hewan (Habibian *et al.*, 2014). Vitamin E adalah vitamin yang larut dalam lemak yang berasal dari tumbuhan dan sangat

penting untuk integritas sistem reproduksi, otot, peredaran darah, saraf dan kekebalan tubuh (Leshchinsky dan Klasing, 2001).

Selenium merupakan fitur penting dari suplemen pakan yang memiliki posisi khusus di antara antioksidan alami yang tersedia dalam pakan dan merupakan komponen yang tidak terpisahkan dari selenoprotein yang terlibat dalam mengatur proses fisiologis tubuh hewan (Zhang *et al.*, 2017). Fungsi selenium (Se) pada hewan yang utama adalah peran antioksidan, membantu mencegah kerusakan akibat radikal bebas (Schrauzer *et al.*, 1980).

Usus halus didukung oleh vili yang merupakan bentuk khusus dan proyeksi dari mukosa yang berbentuk jari dan merupakan karakteristik dari usus halus. Peningkatan jumlah vili sejalan dengan meningkatnya luas permukaan vili untuk penyerapan nutrisi ke dalam aliran darah broiler (Mile *et al.*, 2006). Suplementasi zat herbal berupa jintan hitam (*Nigella sativa*) dalam air minum broiler untuk mengetahui pengaruh terhadap berbagai ukuran histologi usus broiler telah dilakukan oleh Hartono *et al.* (2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suplementasi Vitamin E, Selenium dan Zinc dalam air minum terhadap histomorfometri usus halus broiler yang diharapkan berpotensi meningkatkan berbagai parameter ukuran pada usus halus sehingga diharapkan dapat meningkatkan penyerapan nutrisi dalam tubuh broiler.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan selama 30 hari (Juni-Juli 2021) di unit kandang broiler di Desa Adimulyo, Kecamatan Gading Rejo, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

### Metode Penelitian

#### a. Materi

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kandang broiler, sprayer untuk desinfeksi kandang, bambu untuk membuat 25 petak kandang, plastik terpal untuk tirai, koran dan sekam bekas sebagai *litter*, 25 unit lampu bohlam 60 watt sebagai sumber pemanas area *brooding*, 25 unit hanging feeder, 12 unit chick feeder tray, 25 unit tempat minum ayam; 25 kotak wadah sampel organ; 1 buah ember, 1 buah *hand spray* untuk higienisasi peneliti, 1 buah nampan air untuk *dipping* larutan desinfektan, 1 buah timbangan elektrik untuk mengukur bobot badan broiler, thermohygrometer untuk mengukur suhu dan kelembaban kandang.

Peralatan pengambilan sampel organ yaitu peralatan nekropsi, object glass, cover glass, refrigerator, mikrotom, teknologi kamera dan perangkat lunak Mikroskop Binokuler Leica DM500® beserta perangkat komputer untuk pengambilan gambar jaringan dan pengukuran parameter setiap organ.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah anak ayam umur sehari/*Day Old Chick* (DOC) broiler strain Cobb CP 707 sebanyak 125 ekor yang dipelihara selama 30 hari, ransum, air minum, zat aktif Vitamin E, Selenium dan Zinc, vaksin ND dan AI killed (Medivac ND-AI®), vaksin ND live (Medivac ND Clone®), vaksin IBD (Medivac Gumboro A®), dan larutan formalin 10%, saline buffer fosfat 5%, buffered formalin saline 10%, alkohol dengan berbagai tingkatan konsentrasi, larutan xylool, parafin, larutan hematoxylin dan eosin (HE).

#### b. Rancangan penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap, 5 kelompok perlakuan dengan 5 ulangan setiap kelompok. Setiap ulangan terdiri dari 5 ekor broiler, sehingga total 125 ekor broiler. Vitamin E, Selenium dan Zinc dalam penelitian ini merupakan zat aktif dalam sediaan berbentuk serbuk yang tiap gramnya dengan kandungan Vitamin E 40 IU, Selenium 0,4 mg dan Zinc 160 mg. Suplementasi Vitamin E, Selenium dan Zinc dalam air minum dengan 5 perlakuan dosis berbeda yaitu air minum tanpa Vitamin E, Selenium dan Zinc (P0); air minum yang mengandung Vitamin E, Selenium dan Zinc dengan dosis 0,5 g/30 kg BB/hari (P1); 1 gr/30 kg BB/hari (P2); 1,5 g/30 kg BB/hari (P3); dan 2 g/30 kg BB/hari (P4), tiap gramnya terdiri dari Vitamin E 40 IU, Selenium 0,4 mg dan Zinc 160 mg.

#### c. Pemeliharaan broiler

Broiler umur 1 hari (*Day Old Chick*/DOC) dimasukkan ke dalam area *brooding* selama 7 hari. DOC yang baru datang diberi air minum yang dicampur dengan larutan gula sebagai elektrolit. Ransum diberikan secara *ad libitum*. Pemberian air minum dengan perlakuan dilakukan pada hari kedua setelah DOC tiba pada pukul 07.00 WIB sampai dengan hari ke-30 pemeliharaan yang sebelumnya broiler dipuaskan dengan air minum terlebih dahulu. Setiap pukul 06.00 WIB di setiap petak kandang ditimbang satu sampel broiler untuk mendapatkan data bobot badan yang digunakan sebagai dasar perhitungan dosis Vitamin E, Selenium dan Zinc sesuai perlakuan.

Pembuatan air minum untuk perlakuan dilakukan dengan cara melarutkan sediaan Vitamin E, Selenium dan Zinc dalam bentuk bubuk dalam seperlima dari kebutuhan air minum. Menurut Bishop (2011), broiler mengkonsumsi air minum sekitar 1,6 sampai 2 kali konsumsi ransum, hal ini diperkuat dengan pendapat Wahyu (2004)

yang menyatakan bahwa ayam sebaiknya mengkonsumsi air pada kisaran 2,5 sampai 2 ml/gram pakan. Setelah konsumsi air minum perlakuan habis, maka air minum diberikan secara *ad libitum*. Penerangan dimulai dari pukul 17.30 hingga 06.00 WIB. Suhu kelembaban kandang diukur setiap hari yaitu pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 WIB. Pengukuran suhu dan kelembaban dilakukan dengan menggunakan thermohygrometer yang diletakkan di tengah kandang dan digantung di dinding kandang.

#### **d. Pembuatan preparat histologi**

Lima ekor ayam broiler per kelompok diambil secara acak dan dilakukan nekropsi pada umur 31 hari, diambil sampel usus halus meliputi duodenum, jejunum dan ileum. Sampel dimasukkan dalam wadah dan difiksasi dengan formalin 10%, selanjutnya dikirim ke Balai Veteriner Lampung untuk dibuat preparat histologi. Pembuatan preparat histologi yaitu sampel dicuci dengan saline buffer fosfat 5%, dan dipanen dalam buffered formalin saline 10%, spesimen dipotong-potong setebal 5 mm kemudian dimasukkan ke dalam jaringan kaset, dan dipindahkan ke serangkaian konsentrasi alkohol untuk dehidrasi sampel, selanjutnya dibersihkan dengan dipindahkan ke dua tahapan larutan xylol. Sampel kemudian ditanam dalam parafin, dipotong menjadi bagian dengan ketebalan 5  $\mu$ m, dan diwarnai dengan hematoxylin dan eosin (HE) (Bancroft *et al.*, 1990; Jones *et al.*, 2008).

#### **e. Pengukuran histomorfometri usus halus**

Berbagai parameter yang diamati yaitu 1) ukuran tinggi vili, 2) lebar apex vili, 3) lebar basal vili, 4) lebar vili, 5) kedalaman kripta dan 6) diameter kelenjar di usus halus broiler yaitu duodenum, jejunum, dan ileum. Pengamatan histomorfometri berbagai parameter tersebut menggunakan Mikroskop Binokuler Leica DM500® yang terhubung

dengan layar dan komputer untuk menghitung berbagai parameter histomorfometri pada usus halus broiler.

Pengukuran tinggi vili, lebar apex vili, lebar basal vili, luas vili, kedalaman kripta dan diameter kelenjar dihitung menggunakan lensa objektif perbesaran 10x. Perhitungan masing-masing parameter dilakukan untuk tiga vili (tinggi vili, lebar apex vili, lebar basal vili, luas vili, kedalaman kripta) dan sembilan diameter kelenjar pada setiap replikasi organ saluran cerna (duodenum, jejunum, ileum). Ada tiga ulangan per organ, sehingga total tiap organ diperoleh jumlah rata-rata sembilan vili dan dua puluh tujuh kelenjar. Perhitungan luas permukaan vili usus menggunakan metode modifikasi dengan asumsi model vili dianalogikan dengan bentuk trapesium sehingga jumlah rata-rata lebar apikal vili ditambah jumlah rata-rata lebar basal vili dibagi dua kemudian dikalikan dengan tinggi vili (Iji *et al.*, 2001; Hartono *et al.*, 2021).

#### **f. Analisis Data**

Data pengukuran rata-rata untuk berbagai parameter masing-masing organ usus halus (duodenum, jejunum, ileum) dimasukkan ke dalam tabel kemudian dianalisis dengan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 24 menggunakan analisis sidik ragam satu arah (*One Way ANOVA*) pada level signifikansi 5% ( $P < 0,05$ ), dan jika berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Tukey.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

Rerata dan standar deviasi pengukuran tinggi vili, lebar apex vili, lebar vili basal, luas vili, kedalaman kripta, dan diameter kelenjar usus halus (duodenum, jejunum, ileum) disajikan di setiap tabel. Masing-masing menunjukkan perhitungan setiap parameter dari sembilan vili (tinggi vili, lebar basal vili, lebar apex vili, luas vili, kedalaman kripta) dan dua puluh tujuh diameter kelenjar

pada preparat histologis usus halus (duodenum, jejunum, ileum) pada setiap perlakuan. Data rerata dan simpangan baku pengukuran masing-masing parameter pada duodenum, jejunum, dan ileum broiler dari semua perlakuan disajikan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1 menunjukkan rerata dan standar deviasi masing-masing parameter pada duodenum broiler yang diberi suplementasi kombinasi Vitamin E, Selenium, Zinc melalui air minum. Pada perlakuan P3 berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap peningkatan kedalaman kripta duodenum sebesar  $406,00 \pm 41,90 \mu\text{m}$ . Rerata ukuran tertinggi masing-masing parameter di duodenum dengan perlakuan P4 dengan suplementasi dosis 2 gram/30 kg BB (Vitamin E 80 IU/gram obat, Selenium 0,8 mg/gram obat, Zinc 320 mg/gram obat), menunjukkan bahwa ukuran tinggi vili, lebar basal vili dan lebar apex vili meningkatkan ukuran vili duodenum broiler. Luas permukaan vili usus ditentukan dengan menggunakan metode modifikasi dengan asumsi bentuk vili analog dengan trapesium sehingga

jumlah rata-rata lebar apex vili ditambah jumlah rata-rata lebar basal vili dibagi dua dan kemudian dikalikan dengan tinggi vili (Iji *et al.*, 2001). Luas vili duodenum tertinggi pada perlakuan P4 dengan rerata  $273,89 \pm 65,78 \mu\text{m}$ .

Tabel 2 menunjukkan bahwa data rerata setiap parameter jejunum tidak berbeda nyata antar perlakuan. Pengukuran tertinggi pada tinggi vili (A2), lebar basal vili (B2), dan lebar apex vili (C2) tertinggi pada perlakuan P3 dapat mempengaruhi perhitungan luas vili (D2) tertinggi di jejunum. Berdasarkan ketiga data tersebut, perhitungan luas vili tertinggi pada jejunum dengan perlakuan P3 adalah  $189,18 \pm 18,29 \mu\text{m}$ .

Tabel 3 menunjukkan suplementasi kombinasi zat aktif berupa Vitamin E, Selenium, Zinc pada air minum pada perlakuan P2 berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap peningkatan lebar apex vili ileum (C3) sebesar  $143,39 \pm 21,31 \mu\text{m}$ . Perlakuan P1 dan P3 berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap peningkatan kedalaman kripta ileum (E3) tetapi yang paling efektif dengan dosis yang lebih rendah adalah perlakuan P1.

Tabel 1. Rerata dan standar deviasi masing-masing parameter pada duodenum broiler dengan suplementasi Vitamin E, Selenium, Zinc melalui air minum

Perlakuan	Duodenum					
	A1	B1	C1	D1	E1	F1
-----Rerata $\pm$ SD ( $\mu\text{m}$ )-----						
P0	933.57 $\pm$ 220.72	294.97 $\pm$ 35.56	112.99 $\pm$ 19.70	191.38 $\pm$ 50.52	182.55 $\pm$ 7.86 <sup>a</sup>	95.77 $\pm$ 15.73
P1	1076.67 $\pm$ 199.69	263.89 $\pm$ 68.58	129.47 $\pm$ 35.81	217.61 $\pm$ 84.30	223.00 $\pm$ 17.14 <sup>ab</sup>	106.51 $\pm$ 13.84
P2	1163.67 $\pm$ 71.14	317.89 $\pm$ 13.88	140.59 $\pm$ 24.83	267.75 $\pm$ 32.44	281.56 $\pm$ 12.52 <sup>bc</sup>	99.85 $\pm$ 18.74
P3	875.22 $\pm$ 115.67	282.66 $\pm$ 49.22	144.93 $\pm$ 33.04	189.57 $\pm$ 57.45	406.00 $\pm$ 41.90 <sup>d</sup>	88.04 $\pm$ 10.10
P4	1171.11 $\pm$ 117.87	305.89 $\pm$ 79.10	159.18 $\pm$ 34.27	273.89 $\pm$ 65.78	319.44 $\pm$ 29.91 <sup>e</sup>	130.35 $\pm$ 20.97

Keterangan : P0= Air Minum tanpa Vitamin E, Selenium, Zinc, P1= Air Minum 0,5 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 20 IU/g, Selenium 0,2 mg/g, Zinc 80 mg/g), P2= Air minum dengan 1 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 40 IU/g, Selenium 0,4 mg/g, Zinc 160 mg/g), P3 = Air minum dengan 1,5 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 60 IU/g, Selenium 0,6 mg/g, Zinc 240 mg/g), P4 = Air minum dengan 2 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 80 IU/g, Selenium 0,8 mg/g, Zinc 320 mg/g), A1= Tinggi vili duodenum, B1= Lebar basal vili duodenum, C1= Lebar apex vili duodenum, D1= Luas vili duodenum, E1= Kedalaman kripta duodenum, F1= Diameter kelenjar duodenum. Superskrip dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ).



Tabel 2. Rerata dan standar deviasi pengukuran masing-masing parameter pada jejunum broiler dengan suplementasi Vitamin E, Selenium, Zinc melalui air minum

Perlakuan	Jejunum					
	A2	B2	C2	D2	E2	F2
-----Rerata ± SD (µm)-----						
P0	729.33 ± 133.21	210.89 ± 54.31	127.53 ± 40.06	121.23 ± 28.84	124.52 ± 19.59	78.57 ± 4.23
P1	622.10 ± 195.47	218.44 ± 81.77	110.33 ± 15.44	97.20 ± 23.14	176.11 ± 48.69	83.56 ± 2.87
P2	745.00 ± 163.72	240.57 ± 46.84	152.17 ± 49.81	150.17 ± 59.83	154.22 ± 30.04	87.57 ± 3.47
P3	849.11 ± 36.46	285.55 ± 47.70	161.77 ± 23.39	189.18 ± 18.29	164.00 ± 67.18	83.37 ± 8.94
P4	550.50 ± 127.83	243.62 ± 53.28	153.33 ± 5.67	114.12 ± 24.02	181.17 ± 40.17	83.05 ± 5.31

Keterangan: P0= Air Minum tanpa Vitamin E, Selenium, Zinc, P1= Air Minum 0,5 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 20 IU/g, Selenium 0,2 mg/g, Zinc 80 mg/g), P2= Air minum dengan 1 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 40 IU/g, Selenium 0,4 mg/g, Zinc 160 mg/g), P3 = Air minum dengan 1,5 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 60 IU/g, Selenium 0,6 mg/g, Zinc 240 mg/g), P4 = Air minum dengan 2 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 80 IU/g, Selenium 0,8 mg/g, Zinc 320 mg/g), A2= Tinggi vili jejunum, B2= Lebar basal vili jejunum, C2= Lebar apex vili jejunum, D2= Luas vili jejunum, E2= Kedalaman kriptas jejunum, F2= Diameter kelenjar jejunum.

Tabel 3. Rerata dan standar deviasi pengukuran masing-masing parameter pada ileum broiler dengan suplementasi Vitamin E, Selenium, Zinc melalui air minum.

Perlakuan	Ileum					
	A3	B3	C3	D3	E3	F3
-----Rerata ± SD (µm)-----						
P0	432.33 ± 80.33	136.98 ± 13.81	79.66 ± 15.70 <sup>a</sup>	46.54 ± 7.26	123.67 ± 18.28 <sup>ab</sup>	68.80 ± 4.81
P1	601.89 ± 111.17	172.21 ± 33.37	99.86 ± 18.22 <sup>ab</sup>	82.18 ± 20.16	173.22 ± 13.04 <sup>b</sup>	88.24 ± 16.52
P2	609.55 ± 126.47	181.11 ± 31.26	143.39 ± 21.31 <sup>b</sup>	98.55 ± 21.35	120.89 ± 27.64 <sup>ab</sup>	76.66 ± 13.81
P3	642.22 ± 123.75	133.89 ± 17.96	90.16 ± 9.51 <sup>ab</sup>	60.21 ± 25.02	159.58 ± 28.93 <sup>b</sup>	72.96 ± 7.95
P4	479.50 ± 108.66	152.69 ± 63.39	88.42 ± 31.02 <sup>a</sup>	59.21 ± 31.24	89.92 ± 24.42 <sup>a</sup>	76.38 ± 12.23

Keterangan: P0= Air Minum tanpa Vitamin E, Selenium, Zinc, P1= Air Minum 0,5 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 20 IU/g, Selenium 0,2 mg/g, Zinc 80 mg/g), P2= Air minum dengan 1 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 40 IU/g, Selenium 0,4 mg/g, Zinc 160 mg/g), P3 = Air minum dengan 1,5 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 60 IU/g, Selenium 0,6 mg/g, Zinc 240 mg/g), P4 = Air minum dengan 2 g/30 kg BB/hari (Vitamin E 80 IU/g, Selenium 0,8 mg/g, Zinc 320 mg/g), A3= Tinggi vili ileum, B3= Lebar basal vili ileum, C3= Lebar apex vili ileum, D3= Luas vili ileum, E3= Kedalaman kriptas ileum, F3= Diameter kelenjar ileum. Superskrip dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

## Pembahasan

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas pertumbuhan ayam melalui struktur morfologi usus (Wang dan Peng, 2008; Ningtias, 2013). Pernyataan ini sejalan dengan Fitasari (2012) yang menyatakan bahwa salah satu parameter yang dapat digunakan untuk kinerja pertumbuhan adalah panjang dan struktur morfologi usus. Menurut Suprijatna *et al.*, (2008) bahwa usus halus adalah organ utama untuk pencernaan dan penyerapan produk pencernaan yang didukung oleh vili yang merupakan bentuk khusus dari mukosa. Vili adalah tonjolan mukosa berbentuk jari dan merupakan ciri khas usus halus dan menurut Rofiq (2003) bahwa vili

berbentuk seperti tonjolan jari kecil atau seperti daun yang ditemukan pada selaput lendir, panjang 0,5 hingga 1,5 mm dan hanya ditemukan di usus kecil. Vili di ileum berbentuk jari dan lebih pendek dari vili yang terdapat di duodenum dan jejunum.

Berdasarkan Fitasari (2012) bahwa daya dukung proses pencernaan untuk pakan yang diberikan dan penyerapan nutrisi dapat dipengaruhi oleh luas permukaan epitel usus, jumlah lipatan di dalamnya, tinggi vili, jumlah vili dan mikrovili yang memperluas daerah penyerapan.

Pada penelitian ini bahwa suplementasi Vitamin E, Selenium dan

Zinc secara signifikan ( $P < 0,05$ ) meningkatkan lebar apex vili ileum broiler pada perlakuan P2 dan lebar basal vili ileum pada perlakuan P2 memang tidak berbeda signifikan ( $P > 0,05$ ) dibandingkan dengan perlakuan lainnya, tetapi tampak bahwa lebar basal vili ileum memiliki ukuran rata-rata terbesar dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 3). Menurut Iji *et al.* (2001) bahwa lebar apex dan lebar basal vili merupakan faktor yang digunakan untuk menghitung luas vili usus dengan menganalogikan vili sebagai bentuk trapesium, sehingga luas vili dapat dihitung melalui jumlah rata-rata lebar apex vili ditambah jumlah rata-rata lebar basal vili dibagi dua kemudian dikalikan dengan tinggi vili, maka berdasarkan analogi tersebut bahwa semakin besar lebar apex vili ileum maka luas vili ileum akan semakin meningkat.

Peningkatan jumlah dan luas vili usus halus broiler berkorelasi positif dengan peningkatan penyerapan nutrisi dari makanan yang dicerna saat melewati usus halus. Hal ini sejalan dengan pernyataan Mile *et al.* (2006) bahwa vili berfungsi untuk memperluas permukaan usus yang mempengaruhi proses penyerapan makanan. Perkembangan vili usus pada ayam broiler berkaitan dengan fungsi usus dan pertumbuhan ayam. Peningkatan ukuran vili menyebabkan luas permukaan vili lebih banyak untuk menyerap nutrisi ke dalam aliran darah. Hal ini didukung oleh pernyataan Suprijatna *et al.*, 2008 bahwa semakin banyak jumlah vili maka penyerapan makanan akan semakin meningkat dan berbagai enzim yang masuk ke usus halus mendukung untuk mempercepat dan memperlancar pemecahan karbohidrat, protein dan lemak untuk memperlancar proses penyerapan nutrisi.

Kemampuan pencernaan dan penyerapan nutrisi dapat dipengaruhi oleh luas permukaan epitel usus, jumlah lipatan, dan jumlah vili dan mikrovili yang memperluas daerah penyerapan (Austic dan Nesheim, 1990; Ibrahim, 2008). Hal

ini juga dapat dipengaruhi oleh tinggi dan luas permukaan vili pada saluran pencernaan (Ibrahim, 2008; Sugito *et al.*, 2007). Bentuk vili yang utuh merupakan ekspresi dari kelancaran sistem transportasi nutrisi ke seluruh tubuh. Penyerapan nutrisi di usus dipengaruhi oleh luas permukaan bagian dalam usus (lipatan, vili dan mikrovili) dan lamanya transit digesta di usus. Area permukaan usus mewakili area penyerapan nutrisi (Rofiq, 2003).

Pada penelitian ini tampak bahwa kedalaman kripta duodenum pada perlakuan P3 dan kedalaman kripta pada ileum pada perlakuan P1 secara signifikan berbeda dengan perlakuan lainnya ( $P < 0,05$ ).

Struktur mukosa usus dapat mengungkap beberapa informasi tentang kesehatan usus. Stresor yang ada di pencernaan dapat menyebabkan perubahan yang relatif cepat dalam mukosa usus, karena kedekatannya dengan mukosa permukaan dan isi usus. Perubahan pada morfologi usus, seperti vili yang lebih pendek dan kedalaman kripta yang lebih dalam terkait dengan keberadaan toksin (Yason *et al.*, 1987)

Cook dan Bird (1973) melaporkan vili yang lebih pendek dan kedalaman kripta yang lebih dalam saat jumlah bakteri patogen meningkat di saluran pencernaan, dapat mengakibatkan penyerapan nutrisi yang lebih sedikit dan lebih banyak sel sekretorik. Penelitian Giannenas *et al.* (2014) bahwa terdapat peningkatan tinggi vili ileum dan rasio kedalaman kripta pada ileum pada ayam yang diberi makan probiotik dibandingkan dengan unggas kontrol. Vili yang lebih pendek dan kedalaman kripta rendah dapat meningkatkan stressor seperti protozoa patogen yang mengakibatkan lebih sedikit penyerapan sel dan lebih banyak sekresi sel (Giannenas *et al.*, 2014).

Menurut Lisnahan *et al.* (2019) bahwa vili usus merupakan tempat penyerapan nutrisi, semakin tinggi dan lebar vili usus dan ukuran kedalaman kripta maka

semakin banyak nutrisi yang dicerna dan diserap yang pada akhirnya mempengaruhi pertumbuhan organ tubuh. Usus merupakan daerah penghubung antara pakan yang dikonsumsi dengan tubuh ayam. Usus yang lebih besar dan lebih panjang, termasuk ukuran morfologi yang lebih tinggi, menyebabkan pencernaan pakan dan penyerapan nutrisi lebih banyak, sehingga pakan dikonsumsi lebih efisien

Menurut Amalia *et al.*, (2017) bahwa pemberian vitamin E dan C dapat menurunkan kejadian inflamasi pada submukosa duodenum dan mampu memperbaiki kerusakan epitel mukosa duodenum mencit yang terpapar boraks dengan cara meregenerasi sel epitel mukosa usus yang melakukan pembelahan mitosis secara terus menerus dan berlangsung cepat antara tiga sampai lima hari. Hal ini didukung oleh pernyataan Korkmaz (2023) bahwa pemberian Vitamin E dalam ransum broiler yang diberikan pengaruh paparan *heat stress* pada suhu 35°C selama 5 jam/hari dalam waktu tiga minggu mampu bertindak sebagai antioksidan dengan cara mencegah efek apoptosis pada sel epitel intestinum broiler. Berdasarkan penelitian Hosseini-Mansoub *et al.* (2010) juga menjelaskan bahwa vitamin E dan zinc merupakan nutrisi yang dapat mengurangi stres pada broiler. Keduanya merupakan enzim kofaktor superoksida dismutase untuk pemecahan anion superoksida menjadi oksigen dan hidrogen peroksida. Pemberian zinc dengan dosis 80 ppm dapat meningkatkan bobot akhir broiler.

Perkembangan vili usus pada ayam broiler berkaitan dengan fungsi usus dan pertumbuhan ayam. Vili merupakan tempat penyerapan nutrisi, semakin luas vili maka semakin banyak nutrisi yang akan diserap yang pada akhirnya dapat berdampak pada pertumbuhan organ dan peningkatan karkas. Peningkatan tinggi vili pada usus broiler erat kaitannya dengan peningkatan fungsi pencernaan dan fungsi penyerapan karena perluasan

daerah penyerapan dan merupakan ekspresi kelancaran sistem transportasi nutrisi ke seluruh tubuh (Awad *et al.*, 2008).

Kelenjar usus (Kelenjar Lieberkuhn) memiliki bukaan kecil yang membuka tubulus simpleks kelenjar. Kelenjar usus tersebar di antara vili yang menempel pada selaput lendir. Kelenjar usus dan vili usus ditutupi oleh epitel, yang terdiri dari sel goblet dan enterosit, antara lain. Sel goblet mensekresi mukus untuk melumasi dan melindungi permukaan usus, sedangkan enterosit mensekresi sejumlah besar air dan elektrolit. Sel goblet mengeluarkan sejenis mukus yaitu musin yang berfungsi untuk melapisi saluran usus dan melindungi patogen yang dapat merusak sel epitel usus sehingga jumlah sel goblet penting untuk kesehatan broiler. Keberadaan sel goblet di duodenum broiler tersedia dalam jumlah yang cukup di tubuh broiler sebelum menetas, tetapi jumlah sel goblet di jejunum dan ileum hanya tercapai setelah ayam broiler menetas (Reynold *et al.*, 2020).

Tinggi vili dan rasio kedalaman kriptas menunjukkan kapasitas penyerapan usus kecil (Asmawati, 2013). Pemberian vitamin E dapat mengurangi jumlah erosi epitel vili dan mempertahankan tinggi vili jejunum pada mencit putih yang diinduksi timbal asetat. Kerja enzim pencernaan pada mukosa usus dimaksimalkan pada usus dengan ukuran morfologi usus yang lebih lebar sehingga penyerapan dan pertumbuhannya lebih baik (Harahap, 2017).

Vitamin E dapat bertindak sebagai imunostimulan melalui beberapa fungsi dengan bertindak langsung pada sel-sel kekebalan, atau secara tidak langsung mempengaruhi parameter metabolisme dan endokrin, yang pada gilirannya mempengaruhi sistem kekebalan tubuh (Leschinsky dan Klasing, 2001; Gershwin *et al.*, 1985). Vitamin E memiliki fungsi yang paling penting sebagai antioksidan intraseluler dalam kapasitas ini, mencegah peroksidasi lipid asam lemak tak jenuh



ganda dalam sel, sehingga melindungi sel terhadap toksisitas radikal bebas (Khan, 2011) dengan berperan sebagai antioksidan utama yang bertindak dengan memutus reaksi berantai radikal peroksil di membran sel dan lipoprotein. Vitamin E bertanggung jawab untuk melindungi sel terhadap kerusakan yang disebabkan oleh kondisi stres oksidatif (Shirpoor *et al.*, 2007).

Suplementasi vitamin E pada pakan broiler memberikan efek positif terhadap kinerja pertumbuhan selama cekaman panas (Hashizawa *et al.*, 2013). Wang *et al.* (2017) menyatakan bahwa stres sebelum pemotongan broiler dapat menyebabkan akumulasi asam laktat dan degradasi glikogen menjadi lebih cepat sehingga dengan suplementasi vitamin E pada broiler menurut Korkmaz (2003) mampu mengurangi efek apoptosis pada intestinum broiler karena pengaruh *heat stres*. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hashizawa *et al.* (2013) bahwa suplementasi vitamin E terbukti meningkatkan kualitas produk daging, karkas, dan hasil potongan, meningkatkan aktivasi sistem kekebalan tubuh, dan mengurangi peroksidasi lipid membran.

Selenium juga berperan dalam mencegah peroksidasi asam arakidonat dan melindungi sel sistem kekebalan dan jaringan dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas (Ahmad *et al.*, 2014; Canogullari *et al.*, 2010). Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas pertumbuhan adalah struktur morfologi usus. Ketinggian vili di semua bagian usus halus (duodenum, jejunum, ileum) umumnya meningkat (Ningtias, 2013). Peningkatan lebar vili dan tinggi vili dapat meningkatkan area penyerapan vili. Semakin lebar vili, semakin banyak nutrisi yang diserap sehingga dapat berdampak jangka panjang pada pertumbuhan organ tubuh (Asmawati, 2013).

Kripta terkandung dalam vili usus, yang terdiri dari sel-sel epitel silinder inline. Kelenjar ini menghasilkan mukus

dan beberapa enzim untuk metabolisme peptida, lemak, karbohidrat, dan cairan usus (musin) yang melindungi mukosa usus. Peningkatan rata-rata kedalaman kripta pada perlakuan P3 menunjukkan peningkatan ukuran kedalaman kripta yang signifikan ( $P < 0,05$ ) dibandingkan dengan perlakuan lainnya, hal ini dapat mendukung perkembangan sel epitel penyusun vili yang akan meningkatkan penyerapan nutrisi pada saluran pencernaan. Perkembangan morfologi usus diduga erat kaitannya dengan peran unsur hara mikro dengan bertambahnya umur broiler (Harimurti dan Rahayu, 2009).

Selenium juga berperan penting dalam proses produksi glutathione peroksidase yang bertujuan untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh, merangsang produksi sel darah putih dan aktivitas timus (Invernizzi *et al.*, 2013). Hal ini sejalan dengan pernyataan Schrauzer *et al.* (1980) bahwa fungsi selenium (Se) pada hewan yang utama adalah peran antioksidan dengan membantu mencegah kerusakan akibat radikal bebas oleh enzim glutathione peroksidase (GSH – Px) dan selenoprotein lain dalam bentuk selenocysteine. Fungsi Selenium ini juga didukung oleh Jessica *et al.* (2009) bahwa suplementasi selenium dapat meningkatkan kinerja broiler dengan menjaga integritas vili usus halus sehingga meningkatkan potensi asimilasi nutrisi dan meningkatkan status kekebalan. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Gravena *et al.* (2011) berupa suplementasi selenium pada pakan puyuh dapat meningkatkan kandungan mineral ini sebesar 328.66% didalam albumin dan 74.47% didalam kuning telur.

Penambahan Zinc berdampak positif terhadap imunitas dan produksi broiler. Zinc dapat menekan stres dan menghambat peroksidasi lipid pada broiler, serta dapat meningkatkan pertambahan bobot badan harian, *Feed Conversion Rate*, dan kualitas karkas broiler (Hidayat *et al.*, 2020). Hal ini

didukung oleh pernyataan Ermawati *et al.* (2021) bahwa pemberian mineral Vitamin E, Selenium, dan Zinc dalam air minum dapat meningkatkan kualitas karkas dibuktikan dari hasil uji karkas sesuai standar SNI 7388:2009, yaitu tidak ada perubahan rasa, bau, dan konsistensi; tidak ada indikasi terjadi pembusukan dengan uji Durante dan H<sub>2</sub>S; jumlah total cemaran mikroba dan cemaran bakteri *Eschericia coli* dibawah batas maksimum.

### KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini bahwa suplementasi Vitamin E, Selenium dan Zinc pada air minum dapat meningkatkan ukuran kedalaman kripta duodenum dan ileum serta lebar vili apex ileum broiler.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung atas pendanaan penelitian melalui skema Penelitian Dosen Pemula Universitas Lampung Tahun 2021.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahdiat, A. 2023. Rata-rata Konsumsi Daging per Kapita Indonesia 2022. [https://databoks.katadata.co.id/data-publish/2023/05/25/bukan-ayam-  
ini-daging-yang-paling-banyak-  
dikonsumsi-orang-indonesia](https://databoks.katadata.co.id/data-publish/2023/05/25/bukan-ayam-ini-daging-yang-paling-banyak-dikonsumsi-orang-indonesia).  
Diakses pada 29 Oktober 2023.
- Ahmad, Z., A.W. Sahota, M. Akram, A. Khalique, A.S. Jatoi, M. Shafique, M. Usman, and U. Khan. 2014. Pre and post-moult productive efficiency in four varieties of indigenous Aseel chicken during different production cycles. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 24:1276-1282.
- Amalia, R., E.P. Wurlina, Hestianah. 2017. Efek pemberian vitamin c dan vitamin E terhadap gambaran histopatologi duodenum mencit yang dipapar boraks. *Veterina Medika*, 10(1): 23-30
- Asmawati. 2013. The effect of in ovo feeding on hatching weight and small intestinal tissue development of native chicken. (Disertasi) Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Austic, R.E. and M.C. Nesheim. 1990. *Poultry Production*. Lea & Febiger. Philadelphia
- Awad, W.A., K. Ghareeb, S. Nitclu, S. Pasteiner, S.A. Raheem, and J. Bohm. 2008. Effect of dietary inclusion of probiotic, prebiotic and symbiotic on intestinal glucose absorption of broiler chickens. *J. Poult. Sci.* 7:688-691
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. *Peternakan dalam Angka 2022*. Katalog: 5301008
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2023a. *Statistik Indonesia 2023*. Katalog: 1101001
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2023b. *Produksi Daging Ayam Ras Pedaging menurut Provinsi (Ton), 2020-2022*. [https://www.bps.go.id/indicator/24/488/1/produksi-daging-ayam-ras-  
pedaging-menurut-provinsi.html](https://www.bps.go.id/indicator/24/488/1/produksi-daging-ayam-ras-pedaging-menurut-provinsi.html)  
Diakses pada 29 Oktober 2023.
- Canogullari, S.T. Ayasan, M. Baylan, and G. Copur. 2010. The effect of organic and inorganic selenium supplementation on egg production parameters and egg selenium content of laying Japanese quail. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University* 16:743-749
- Cook, R.H. and F.H. Bird. 1973. Duodenal villus area and epithelial cellular migration in conventional and germ-

- free chick. *Poultry Science*, 52, 2276–2280.
- Ermawati, R., M.M.P. Sirat, P.E. Santosa. 2021. Pengaruh pemberian kombinasi mineral selenium, zinc, dan vitamin E terhadap kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi daging broiler. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 6(1): 66-73. DOI: 10.23960/jrip.2022.6.1.66-73
- Fitasari, E. 2012. Penggunaan enzim papain dalam pakan terhadap karakteristik usus dan penampilan produksi ayam pedaging. *Buana Sains*. 12(1): 7 – 16
- Gershwin, M., Beach, R., and Hurley, I. 1985. *The Potent Impact of Nutritional Factors on Immune Response. Pages 1-7 in: Nutrition and Immunity*. Academic Press. New York.
- Giannenas, I., E. Tsalie, Triantafillou, S. Hessenberger, K. Teichmann, M. Mohnl, and D. Tontis. 2014. Assessment of probiotic supplementation via feed or water on the growth performance, intestinal morphology and microflora of chicken after experimental infection with *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima* and *Eimeria tenella*. *Avian Pathology*, 43: 209-215
- Gravena, R.A., R.H. Marques, J. Roccon, J. Picarelli, F.H. Hada, J.D.T. da Silva, S.A. de Queiroz, V.M.B. de Moraes. 2011. Egg quality during storage and deposition of minerals in eggs from quails fed diets supplemented with organic selenium, zinc and manganese. *R. Bras. Zootec.*, 40(12): 2767-2775. DOI: 10.1590/S1516-35982011001200022
- Habibian, M, S. Ghazi , M.M. Moeini, A. Abdolmohammadi. 2014. Effect of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood parameters of broiler reared under thermoneutral or heat stress condition. *Int. J. Biomet.* 58(5): 741-752. DOI: 10.1007/s00484-013-0654-y
- Harahap, I.L. 2017. Efek protektif vitamin e pada epitel jejunum tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi timbal asetat. *Jurnal Kedokteran Umum*, 6(3): 18-23
- Harimurti S. dan E.S. Rahayu. 2009. Morfologi usus ayam broiler yang disuplementasi dengan probiotik strain tunggal dan campuran. *Agritech*. 29(3): 179-183
- Hartono, M., P.E. Santosa, R. Ermawati, M.M.P. Sirat. 2021. The Effect of black cumin (*Nigella sativa*) supplementation through drinking water on the histology of small intestine and large intestine of broiler chickens. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 15(3): 92-96. DOI: 10.21157/j.ked.hewan.v15i3.19774
- Hashizawa, Y, M. Kubota, M. Kadowaki, S. Fujimura. 2013. Effect of dietary vitamin E on broiler meat qualities, color, water-holding capacity and shear force value under heat stress condition. *Anim. Sci. J.*, 80: 732-736. DOI: 10.1111/asj.12079
- Hidayat, C., Sumiati, A. Jayanegara, E. Wina. 2020. Effect of zinc on the immune response and production performance of broilers: a meta-analysis. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 33(3): 465-479. DOI: 10.5713/ajas.19.0146
- Hosseini-Mansoub, N., S. Chekani-Azar, A.A. Tehrani, A. Lotfi, M.K. Manesh. 2010. Influence of dietary vitamin E and zinc on performance, oxidative stability and some blood measures of broiler chickens reared under heat stress (35°C). *J. Agrobiol.*, 27(2): 103-110. DOI 10.2478/s10146-009-0012-1

- Ibrahim, S. 2008. Hubungan ukuran-ukuran usus halus dengan berat badan broiler. *Agripet*. 8(2):42-46
- Iji, P.A, R.J. Hughes, M. Choct, and D.R. Tivey. 2001. Intestinal structure and function of broiler chickens on wheat-based diets supplemented with microbial enzyme. *Asian-Australas J. Anim. Sci.* 14(1): 54-60
- Invernizzi, G., A. Agazzi. M. Ferroni., R. Rebucci, A. Fanelli, A. Baldi, V. Dell'Orto. and G. Savoini. 2013. Effects of inclusion of selenium-enriched yeast in the diet of laying hens on performance, eggshell quality and selenium tissue deposition. *Italian Journal of Animal Science* 12:e1.
- Jessica, Read-Snyder, F.W. Edens, A.H. Cantor, A.J. Pescatore, J.L. Pierce. 2009. Effect of dietary selenium on small intestine villus integrity in reovirus-challenged broilers. *International Journal of Poultry Science*, 8(9): 829-835. DOI: 10.3923/ijps.2009.829.835
- Khan, R.U. 2011. Antioxidants and poultry semen quality. *World's Poultry Science Journal*, 67: 297-308
- Korkmaz, D. 2023. The Effect of vitamin E on intestinal epithelial cells in broiler subjected to heat stress. *Indian Journal of Animal Research*, BF-1690: 1-7. DOI: 10.18805/IJAR.BF-1690
- Leshchinsky, T.V. and K.C. Klasing. 2001. Relationship Between the Level of Dietary Vitamin E and the Immune Response of Broiler Chickens. *Poultry Science*, 80: 1590-1599.
- Lisnahan, C.V., Wihandoyo, Zuprizal, Harimurti, S. 2019. Morfologi usus ayam kampung umur 20 minggu yang disuplementasi DL-Metionin dan L-Lisin HCl dalam pakan, *Journal of Tropical Animal Science and Technology*, 1(1): 14-21
- Mile, R.D., G.D. Butcher, P.R. Henry, R.C. Littlel. 2006. Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *J. Poultry Sci.* 85:476-485.
- Ningtias, A.S. 2013. *Comparison of Growth Performance of Broilers, Kampong, and Backcross3 (Gallus gallus domesticus Linnaeus, 1758) Based on Morphometri and Histological Structure of Ileum and Breast Muscle*. Thesis. Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Reynold, K.L., S.E. Cloft, and E.A. Wong. 2020. Changes with age in density of goblet cells in the small intestine of broiler chicks. *Poult. Sci.* 99(5): 2342-2348
- Rofiq, M.N. 2003. Pengaruh Pakan Berbahan Baku Local Terhadap Performans Vili Usus. *J. Sains dan Teknologi*. 5(5): 190-194
- Schrauzer, G.N., J.E. Mcguinness, K. Kuehn. 1980. Effects of temporary selenium supplementation on the genesis of mammary tumors in female inbred C3H/St mice. *Carcinogenesis*, 1: 199
- Shirpoor, A., Ansari, M.H.K., Salami, S., Pakdel, F.G., Rasmi, Y. 2007. Effect of Vitamin E on Oxidative Stress Status in Small Intestine of Diabetic Rat. *World J. Gastroenterol.* 13(32): 4340-4344
- Sugito, W. Manalu, D.A. Astuti, E. Handharyani, and Chairul. (2007). Histopatologi hati dan ginjal pada ayam broiler yang dipapar cekaman panas dan diberi ekstrak kulit batang Jaloh (*Salix tetrasperma Roxb*). *J. Ilmu Ternak dan Veteriner*, 12(1):68-72
- Suprijatna, E. U. Atmomarsono, and R. Kartasudjana. 2008. *Ilmu Dasar*

*Ternak Unggas*. Penebar Swadaya.  
Jakarta

- Wang, J.X. and K.M. Peng 2008. Molecular, cellular, and developmental biology developmental morphology of the small intestine of African ostrich chicks. *J. Poultry Sci.* 87: 2629-2635
- Wang, R.H., R. R. Liang, H. Lin, L.X. Zhu, Y.M. Zhang, Y.W. Mao, P.C Dong, L.B. Niu, M.H. Zhang and X. Luo. 2017. Effect of Acute Heat Stress and Slaughter Processing on Poultry Meat Quality and Postmortem Carbohydrate Metabolism. *Poultry Science.* 96 (3): 738-746.
- Yason, C.V., B.A. Summers, and K.A. Schat. 1987. Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickens and turkeys. *The American Journal of Veterinary Research*, 48: 927-938.
- Zhang, Z., M. Liu, Z. Guan, J. Yang, Z. Liu, and S. Xu. 2017. Disbalance of calcium regulation-related genes in broiler hearts induced by selenium deficiency. *Avian Pathology*, 46:265-271.