



## STRUKTUR MIKROANATOMI DUODENUM PUYUH (*Coturnix coturnix japonica*) SETELAH PEMBERIAN TEPUNG DAUN KELOR (*Moringa oleifera* Lam.) DALAM PAKAN

### MICROANATOMICAL STRUCTURE OF QUAIL DUODENUM (*Coturnix coturnix japonica*) AFTER FEEDING MORINGA LEAF (*Moringa oleifera* Lam.) IN THE DIET

Ja'far Umar, M. Anwar Djaelani, Kasiyati, Sunarno\*

Universitas Diponegoro, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

\*Corresponding author: [sunarno@lecturer.undip.ac.id](mailto:sunarno@lecturer.undip.ac.id)

Naskah Diterima: 13 Maret 2023; Direvisi: 13 November 2023; Disetujui: 23 Januari 2024

#### Abstrak

Kelor merupakan tanaman tropis yang kaya fitonutrien dan senyawa bioaktif. Kandungan pada daun kelor mampu mendukung proses pencernaan, absorpsi, metabolisme, dan produktivitas unggas. Pemberian tepung daun kelor dalam pakan dengan konsentrasi yang tepat dapat mengefektifkan proses pencernaan dan absorpsi nutrisi dengan memperbaiki struktur mikroanatomi duodenum puyuh. Penelitian ini bertujuan menganalisis pemberian tepung daun kelor dalam pakan terhadap diameter lumen, tinggi vili, lebar vili, dan tebal muskular duodenum puyuh. Desain penelitian menggunakan RAL dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan konsentrasi pemberian tepung daun kelor dalam pakan meliputi 0, 2,5; 5; 7,5, dan 10%. Preparat histologi dibuat melalui metode parafin dengan pewarnaan Hematoksin-Eosin (HE). Parameter yang diamati meliputi diameter lumen, tinggi vili, lebar vili, dan tebal lapisan muskular duodenum. Data dianalisis menggunakan ANOVA dilanjutkan dengan uji Duncan menggunakan program SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung daun kelor dalam pakan berpengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap diameter lumen, tinggi vili, dan lebar vili, namun berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap tebal lapisan muskular pada duodenum puyuh. Simpulan dari penelitian ini bahwa pemberian tepung daun kelor dalam pakan tidak berpotensi mengubah mikroanatomi duodenum puyuh sehingga dapat dimanfaatkan sebagai aditif pakan. Namun, pemberian tepung daun kelor dalam pakan berpotensi dalam meningkatkan ketebalan lapisan muskular duodenum puyuh.

**Kata Kunci:** Lumen duodenum; Serat pakan; Tebal muskular; Vili duodenum

#### Abstract

*Moringa is a tropical plant rich in phytonutrients and bioactive compounds. The content in moringa leaves can support the process of digestion, absorption, metabolism, and productivity of poultry. Giving moringa leaf meal in feed with the right concentration can streamline the digestive process, and nutrient absorption by improving the microanatomical structure of the quail duodenum. This study aims to analyze the provision of moringa leaf flour in feed on the diameter of the lumen, villi height, villi width and muscular thickness of the quail duodenum. The research design used RAL with 5 treatments and 3 replications. The treatment concentration of moringa leaf meal in feed included 0; 2.5; 5; 7.5, and 10%. Histology preparations were made through paraffin method with Hematoxylin-Eosin (HE) staining. Parameters observed included lumen diameter, villi height, villi width, and duodenal muscular layer thickness. Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's test using the SPSS program. The results showed that moringa leaf meal in feed had no significant effect ( $P > 0.05$ ) on lumen diameter, villus height and villus width, but had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on the thickness of the muscular layer in the duodenum of quail. The conclusion of this study is that the provision of moringa leaf meal in feed does not have the potential to change the microanatomy of the quail duodenum so that it can be utilized as a feed additive. However, the provision of moringa leaf meal in feed has the potential to increase the thickness of the muscular layer of the quail duodenum.*

**Keywords:** Duodenal lumen; Duodenal villi; Feed fiber; Muscular thickness

**Permalink/DOI:** <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v17i2.31493>

## PENDAHULUAN

Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) merupakan salah satu jenis unggas yang unggul karena produksi telurnya yang tinggi. Produk telur puyuh dengan cita rasa yang lezat dan kandungan protein yang tinggi menjadi faktor tingginya permintaan konsumsi puyuh di masyarakat. Permintaan konsumsi puyuh meningkat seiring dengan peningkatan populasi puyuh nasional. Populasi puyuh nasional pada tahun 2020 mengalami peningkatan dibandingkan pada tahun 2019 sebesar 2,55% dengan total populasi puyuh 15,2 juta ekor (Departemen Pertanian, 2012)

Puyuh merupakan salah satu jenis unggas berukuran kecil yang mempunyai banyak keunggulan sebagai hewan ternak. Keunggulan yang dimiliki oleh puyuh di antaranya pada usia 41 hari puyuh betina sudah dapat memproduksi telur, dalam satu tahun bisa menghasilkan 250–300 butir telur dengan berat rata-rata 10 g/butir. Budi daya puyuh tidak memerlukan lahan yang luas, puyuh dapat beradaptasi pada kondisi lingkungan dengan temperatur lingkungan tinggi, telur dan daging puyuh memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan memiliki pangsa pasar luas, telur dan daging puyuh mengandung protein yang tinggi (Departemen Pertanian, 2012). Nilai hara ekskreta (feses) puyuh lebih baik dibandingkan kotoran ternak lainnya untuk dimanfaatkan sebagai zat hara pupuk. Secara fisiologis, puyuh lebih toleran jika diberikan pakan dengan serat kasar tinggi dibandingkan dengan ayam ras (Nababan et al., 2017).

Budi daya puyuh secara intensif memerlukan ketersediaan pakan yang melimpah dan berkualitas. Pakan menjadi komponen terbesar yang mencapai 60–70% dari total biaya produksi ternak (Anggitasari et al., 2016). Ketersediaan pakan yang berkualitas, efisien, dan gizi yang seimbang sangat dibutuhkan dalam peningkatan produktivitas puyuh. Ketergantungan impor bahan pokok seperti bungkil kedelai dan tepung ikan yang mahal semakin meningkatkan biaya produksi (Wardhana, 2016). Eksplorasi bahan pakan sangat diperlukan untuk mencari sumber pakan alternatif yang mengandung nilai nutrisi yang tinggi dan efektif. Pemanfaatan dan pengembangan bahan pakan lokal merupakan upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ketersediaan bahan baku pakan. Salah satu sumber bahan pakan lokal yang memiliki ketersediaan yang baik adalah kelor.

Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) telah banyak dimanfaatkan sebagai sumber serat dan obat-obatan. Penelitian pengaruh pemberian kelor dalam pakan terhadap reaksi patologis struktur duodenum telah banyak dilaporkan. Hasil penelitian Pujaswarini et al. (2019) menyatakan bahwa pemberian ekstrak daun kelor memberikan penurunan kematian sel (nekrosis), dan peningkatan perbaikan sel epitel dan tinggi vili duodenum tikus. Penelitian Fauzi et al. (2020) menyatakan bahwa ekstrak etanol daun kelor mempunyai efek antidiare melalui penghambatan motilitas usus mencit. Hasil penelitian Gakuya et al. (2014) menyatakan bahwa kelor sebagai sumber serat memiliki pengaruh baik dalam kecernakan pakan itik. Kandungan serat pakan memiliki fungsi utama dalam pencernaan khususnya motilitas duodenum *intestinum tenue* sebagai saluran yang sebagian besar melakukan fungsi pencernaan (reaksi enzimatik) dan penyerapan (absorpsi) nutrisi pakan (McRorie Jr & McKeown, 2017).

Duodenum merupakan bagian yang paling proksimal, paling pendek dan paling lebar dari *intestinum tenue*. Duodenum menjadi saluran muara kelenjar pankreas dan kantung empedu. Duodenum akan menerima respons secara langsung yaitu melakukan aktivitas motilitas pencernaan ketika massa pakan memasuki duodenum (Sherwood, 2014). Aktivitas motilitas pencernaan berupa kontraksi segmentasi oleh otot polos duodenum yang terdiri atas gerakan mendorong dan mencampur massa pakan. Gerakan mencampur kontraksi otot sirkuler duodenum akan menyempitkan lumen, dan gerakan mendorong kontraksi muskularis longitudinal akan memperluas permukaan lumen. Gerakan mendorong otot longitudinal duodenum akan mendorong massa pakan menuju *intestinum tenue* bagian *ileum* sehingga timbul refleks *gastroileum* (Guyton & Hall, 2019).

Efisiensi fungsi duodenum dapat ditingkatkan baik secara fisik, kimia, maupun biologi untuk meningkatkan produktivitas unggas. Struktur vili duodenum dapat meningkatkan luas permukaan absorpsi menjadi tiga kali lipat. Semakin luas permukaan absorptif duodenum, maka semakin optimal fungsi absorpsi duodenum. Permukaan mukosa duodenum yang luas meningkatkan

aktivitas pencernaan berlangsung cepat dengan bantuan enzim yang disekresikan kelenjar pankreas (Wijayanti, 2017).

Aktivitas pengadukan dalam lumen duodenum dengan pemberian sekresi enzim dari pankreas akan memberikan respons permukaan absorptif mukosa duodenum untuk melakukan kontak langsung dengan massa pakan (McRorie Jr & McKeown, 2017). Kontraksi segmentasi yang terjadi bisa mendorong perluasan permukaan lumen (Hamdani et al., 2018) aktivitas pergerakan bagian muskular duodenum (Wasilewski et al., 2015) dan lebar (Sunarno et al., 2021). Respons aktivitas luminal mikroanatomi duodenum akan mengoptimalkan pencernaan puyuh sehingga diharapkan dapat mendukung upaya peningkatan produktivitas puyuh.

Aktivitas pencernaan puyuh yang optimal meningkatkan produktivitas puyuh. Produktivitas puyuh yang tinggi dapat mendukung peran industri peternakan puyuh di Indonesia, sehingga perlu dilakukan penelitian pemberian kelor dalam pakan sebagai imbuhan pakan puyuh. Pemanfaatan pemberian daun kelor dalam pakan untuk budi daya puyuh masih tergolong rendah. Penting dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian tepung daun kelor dalam pakan terhadap struktur mikroanatomi duodenum puyuh. Parameter yang diamati meliputi diameter lumen, tinggi vili, lebar vili, dan tebal lapisan muskular duodenum puyuh.

## MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di peternakan rakyat di Dukuh Karangturi, Desa Bawak, Kecamatan Cawas, Klaten selama 8 bulan. Pembuatan preparat histologi duodenum puyuh dan pengukuran mikroanatomi duodenum puyuh dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Hewan, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan, Semarang.

Peralatan yang digunakan di antaranya kandang pemeliharaan puyuh 20 petak, wadah pakan dan minum, neraca digital, timbangan, kertas minyak, seperangkat alat bedah (*dissecting set*), botol sampel, cutter, gelas beker, gunting, gelas benda, mikroskop dengan fotomikrograf merek olympus disertai mikrometer, dan seperangkat alat pembuatan preparat. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya puyuh betina (*Coturnix coturnix japonica*), tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.), pakan standar, akuades, garam fisiologis 0,9%, larutan *Buffer Neutral Formalin* (BNF) 10%, alkohol dalam berbagai konsentrasi (30, 50, 70, 80, 90, 96, 100%), toluol, parafin, xylol, pewarna Hematoksin-Eosin (HE), canada balsam, mayers albumin, dan kertas saring.

### Rancangan Penelitian dan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan (Tabel 1). Setiap ulangan terdiri atas 3 puyuh. Perlakuan berupa pemberian tepung daun kelor dalam pakan standar yang diberikan pada puyuh yang berjumlah 45 ekor. Rancangan percobaan disajikan pada Tabel 1, komposisi pakan perlakuan disusun sebagai berikut P0= pakan standar 100%, tanpa pemberian tepung daun kelor (kontrol); P1= pakan standar 97,5%, dengan pemberian tepung daun kelor 2,5%; P2= pakan standar 95%, dengan pemberian tepung daun kelor 5%; P3= pakan standar 92,5%, dengan pemberian tepung daun kelor 7,5%; dan P4= pakan standar 90%, dengan pemberian tepung daun kelor 10%. Variabel penelitian ini terdiri atas variabel bebas dan terikat. Variabel bebas adalah pemberian tepung daun kelor dalam pakan konsentrasi 0; 2,5; 5; 7,5; 10%. Variabel terikat adalah diameter lumen, tinggi vili, lebar vili, dan tebal lapisan muskular.

**Tabel 1.** Rancangan percobaan

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
1	P0.1	P1.1	P2.1	P3.1	P4.1
2	P0.2	P1.2	P2.2	P3.2	P4.2
3	P0.3	P1.3	P2.3	P3.3	P4.3

### Persiapan Hewan Penelitian

Puyuh yang digunakan pada penelitian ini yaitu jenis puyuh petelur betina berumur 20 hari dalam kondisi sehat dan memiliki bobot badan yang seragam. Puyuh yang sehat dapat diketahui

berdasarkan ciri-ciri khusus di antaranya bulu tidak kusam, kondisi mata jernih, aktif bergerak, dan hidung tidak berlendir.

### Pembuatan Pakan

Pakan puyuh yang digunakan selama penelitian berbentuk serbuk kering yang sudah diformulasikan dengan tepung daun kelor. Komposisi bahan pakan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi bahan pakan penelitian

Bahan pakan	Konsentrasi tepung daun kelor (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
Konsentrat	100	97,5	95	92,5	90
Tepung daun kelor	0	2,5	5	7,5	10
Total	100	100	100	100	100

### Manajemen Pemeliharaan

Manajemen pemeliharaan puyuh dilakukan dengan proses aklimatisasi puyuh umur 20 hari selama 7 hari sebelum dipindahkan dan dipelihara pada petak kandang penelitian. Setiap petak kandang penelitian berisi 3 ekor puyuh betina. Pakan dan air minum diberikan secara ad libitum. Pakan perlakuan yang ditambah tepung daun kelor diberikan secara teratur dua kali sehari, yaitu pada waktu pagi (pukul 07.00 WIB) dan sore hari (pukul 16.00 WIB). Pakan perlakuan diberikan selama 11 pekan dimulai pada saat puyuh betina berumur 27 hari sampai dengan umur 104 hari. Temperatur dan kelembapan diamati dan dicatat setiap hari.

### Isolasi dan Fiksasi Organ Duodenum

Proses isolasi dan fiksasi dilakukan setelah proses penyembelihan puyuh dengan memotong pembuluh darah (arteri carotis dan vena jugularis), esophagus dan trakea (Apriliyani et al., 2016). Organ diambil dan dimasukkan ke dalam larutan garam fisiologis NaCl 0,95%, dicuci, kemudian dipotong sepanjang 1–2 cm, selanjutnya difiksasi menggunakan larutan BNF 10% (Woods et al., 2019).

### Pembuatan Preparat

Preparat histologi dibuat menggunakan metode parafin melalui serangkaian proses meliputi fiksasi, dehidrasi, penjernihan, infiltrasi, peyelubungan, pemotongan, penempelan, deparafinasi, dan rehidrasi. Langkah-langkah pembuatan preparat duodenum dengan metode parafin yaitu, fiksasi bertujuan mencegah terjadinya autolisis dan menstabilkan jaringan untuk mempertahankan struktur seluler. Tahapan ini menggunakan larutan BNF 10%. Jaringan dipotong dengan ketebalan 0,5 x 0,5 cm (Woods et al., 2019). Dehidrasi dilakukan untuk menghilangkan air pada jaringan (Woods et al., 2019). Air dapat ditemukan di jaringan dalam 2 bentuk yaitu bebas (keaktifan penuh) dan terikat (bagian dari makromolekul sel). Air bebas dan air terikat dapat dihilangkan. Air dapat dihilangkan melalui alkoholisasi bertingkat 70, 80, 90%, dan alkohol absolut selama 30 menit (Sunarno et al., 2016). Penjernihan dilakukan untuk menghilangkan lemak dan alkohol dalam jaringan supaya tidak menghalangi proses penanaman jaringan dalam parafin (infiltrasi). Proses penjernihan menggunakan campuran toluol dan parafin dengan perbandingan toluol : parafin dari 3:1, 1:1, dan 1:3 masing-masing selama 30 menit (Woods et al., 2019). Infiltrasi dilakukan dengan memasukkan jaringan ke dalam parafin murni bertingkat (parafin I, parafin II, dan parafin III) masing-masing selama 30 menit. Proses ini dilakukan di dalam oven bersuhu 56 °C yang bertujuan untuk memasukkan parafin ke dalam pori-pori jaringan sehingga jaringan mudah dipotong tipis (Woods et al., 2019).

Penyelubungan merupakan proses membuat blok parafin yang berisi sampel jaringan yang akan dibuat preparat. Proses penyelubungan dilakukan dengan penanaman sampel jaringan dalam cetakan blok parafin yang terbuat dari kertas. Blok parafin didiamkan dan dimasukkan ke dalam lemari pendingin hingga keras (Woods et al., 2019). Pemotongan yaitu penyayatan blok parafin yang mengandung jaringan menggunakan *rotary microtom* yang diatur dengan ukuran ketebalan 6 µm. Hasil potongan kemudian diletakkan di atas permukaan air waterbath dengan suhu 40 °C

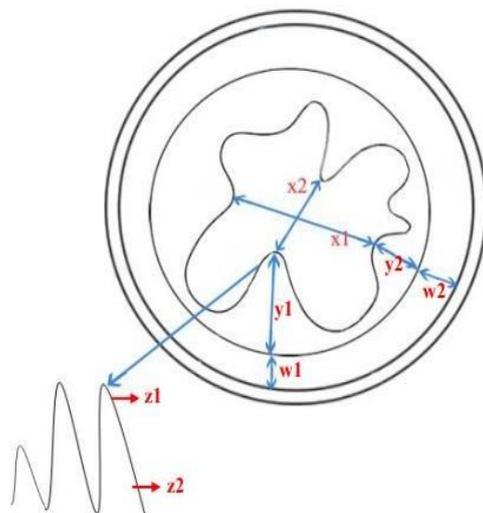
(Woods et al., 2019). Penempelan merupakan proses penempelan jaringan diatas gelas objek. Proses menggunakan mayer's albumin sebagai zat perekat yang dipanaskan di atas *hot plate*. Pemanasan bertujuan agar irisan jaringan dapat terentang dengan baik dan tidak terlipat (Woods et al., 2019). Deparafinasi dilakukan untuk menghilangkan parafin dalam jaringan. Deparafinasi dilakukan dengan merendam gelas benda ke dalam xylol selama 15 menit. Rehidrasi dilakukan dengan menggunakan alkohol bertingkat secara berurutan (absolut, 96, 80, dan 70%) masing-masing selama 1 menit. Pewarnaan merupakan proses mewarnai jaringan menggunakan pigmen hematoksilin eosin. Hematoksilin-eosin merupakan pigmen pewarna histologis yang digunakan untuk menandai struktur jaringan agar terlihat dengan jelas. Hematoksilin mewarnai inti sel dengan warna biru-hitam. Eosin mewarnai sitoplasma dengan berbagai intensitas warna mulai dari merah muda, merah, hingga oranye (Woods et al., 2019). Penutupan atau *mounting* yaitu proses penutupan preparat dengan gelas penutup. Sebelum ditutup dengan gelas penutup, sediaan histologis ditetesi dengan canada balsam untuk mengawetkan dan menempelkan jaringan pada gelas benda dan gelas penutup. Preparat kemudian diberi label untuk kemudian diamati menggunakan mikroskop (Woods et al., 2019).

Pewarnaan HE dilakukan melalui tahapan, yaitu jaringan dicuci dengan air selama 1 menit hingga bersih, jaringan diberikan pewarnaan hematoksilin selama 5–10 menit hingga jaringan terwarnai sempurna, jaringan dicuci dengan air mengalir selama 5 menit hingga warna hematoksilin sudah tidak luntur, jaringan diberikan pewarnaan eosin selama 1–2 menit, jaringan dicuci dengan air mengalir selama 1 menit hingga warna eosin sudah tidak luntur, jaringan dimasukkan ke dalam alkohol absolut sebanyak 3 x 5 celup, dan jaringan direndam ke dalam xylol selama 15 menit.

### Pengamatan dan Pengukuran Variabel

Data variabel yang diamati meliputi diameter lumen, tinggi vili, lebar vili, dan tebal lapisan muskular duodenum puyuh. Duodenum dari setiap puyuh perlakuan masing-masing dilakukan pembuatan preparat awetan. Setiap hasil penyayatan diambil 3 irisan secara acak, dengan setiap irisan diamati 4 daerah lapang pandang.

Struktur mikroanatomi duodenum diamati secara kuantitatif deskriptif menggunakan mikroskop dengan fotomikrograf olympus disertai mikrometer. Pengukuran diameter lumen, tinggi vili, lebar vili, dan tebal lapisan muskular menggunakan rumus-rumus perhitungan dan skema yang disajikan pada Gambar 1.  $W = \frac{w1+w2}{2}$ ;  $Y = \frac{y1+y2}{2}$ ;  $X = \frac{x1+x2}{2}$ ;  $Z = \frac{z1+z2}{2}$ .



**Gambar 1.** Teknik pengukuran struktur mikroanatomi duodenum puyuh (Zulfa et al., 2020). Keterangan=  $W$ = tebal rata-rata lapisan muscular,  $w1$ = tebal lapisan muscular dari basal vili, tertinggi,  $w2$ = tebal lapisan muscular dari basal vili terendah,  $X$ = diameter rata-rata lumen,  $x1$ = diameter lumen sisi terpanjang,  $x2$ = diameter lumen terpendek,  $Y$ = rata-rata tinggi vili,  $y1$ = vili tertinggi,  $y2$ = vili terendah,  $Z$ = rata-rata lebar vili,  $z1$ = lebar vili apikal,  $z2$ = lebar vili basal

## Analisis Data

Data diameter lumen, tinggi vili, dan lebar vili duodenum puyuh yang diuji normalitas dan homogenitas menunjukkan data terdistribusi normal dan homogen. Sementara data tebal muskular tidak terdistribusi normal dan homogen. Data diameter lumen, tinggi vili, dan lebar vili kemudian diuji ANOVA. Sementara data tebal muskular yang tidak normal dan homogen dilakukan uji non parametrik Kruskal-Wallis. Analisis data dilakukan menggunakan program *Statistical Product of Service Solution* (SPSS) untuk Windows versi 25.0 (Santoso, 2018).

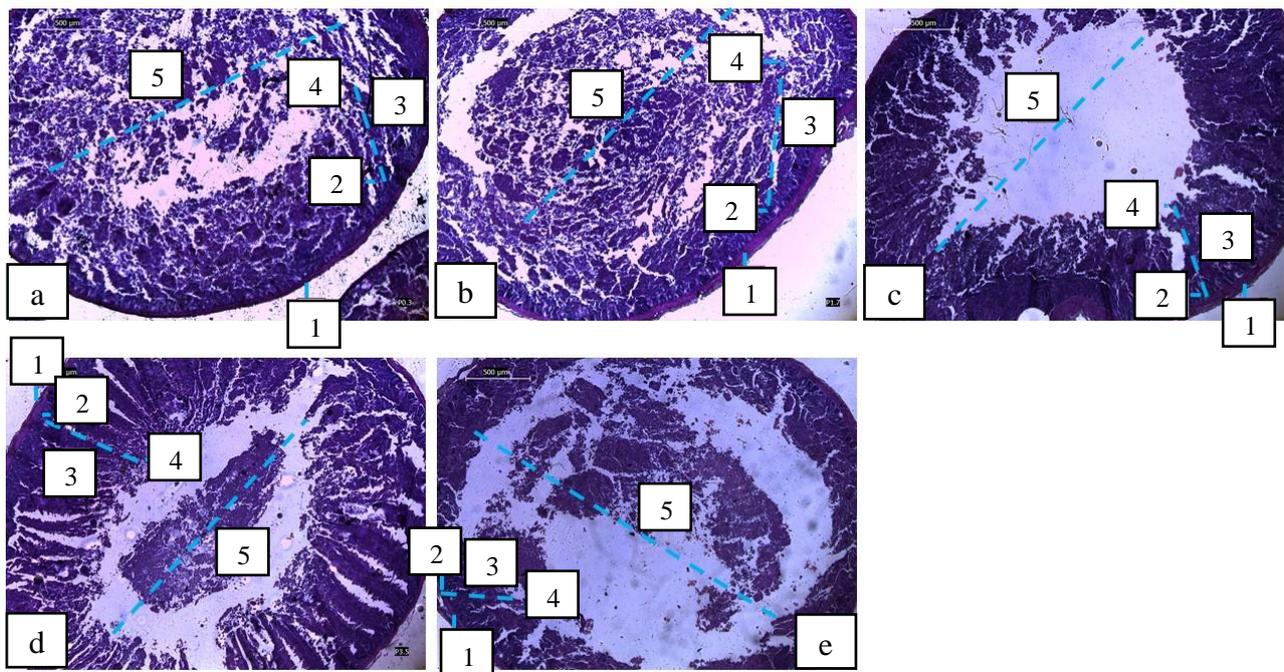
## HASIL

Hasil penelitian pemberian tepung daun kelor dalam pakan terhadap struktur mikroanatomi duodenum puyuh meliputi diameter lumen, tinggi vili, lebar vili, dan tebal muskular dianalisis melalui uji ANOVA. Hasil uji ANOVA menunjukkan pemberian tepung daun kelor dalam pakan berpengaruh tidak nyata terhadap parameter diameter lumen, tinggi vili, dan lebar vili duodenum puyuh ( $P > 0,05$ ), namun pada parameter tebal muskular melalui uji non parametrik Kruskal-Wallis memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) duodenum puyuh. Hasil penelitian rata-rata dari 5 variabel dan histomorfologi mikroanatomi duodenum disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 2.

**Tabel 3.** Hasil analisis rerata variabel penelitian pada puyuh yang diberi perlakuan pemberian tepung daun kelor dalam pakan dengan berbagai konsentrasi

Variabel (rata-rata ± standar deviasi)	Konsentrasi tepung daun kelor (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
Diameter lumen (mm)	1,77 ± 0,37	1,89 ± 0,26	2,48 ± 0,34	1,98 ± 0,21	1,92 ± 0,32
Tinggi vili (µm)	713,84 ± 53,94	669,37 ± 315,64	642,49 ± 61,24	763,55 ± 138,58	592,97 ± 192,05
Lebar vili (µm)	78,61 ± 16,80	77,38 ± 12,74	79,4 ± 3,69	80,09 ± 14,80	82,62 ± 24,50
Tebal muskular (µm)	61,15 <sup>c</sup> ± 4,70	72,36 <sup>d</sup> ± 1,01	76,72 <sup>d</sup> ± 17,50	47,48 <sup>a</sup> ± 10,54	55,62 <sup>b</sup> ± 4,53

Keterangan: <sup>a-d</sup>= angka yang dilengkapi superskrip pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ); data yang ditampilkan berupa rata-rata ± standar deviasi



**Gambar 2.** Histomorfologi mikroanatomi duodenum puyuh dengan pewarnaan Hematoksin-Eosin (HE); P0 (0%) (a), P1 (2,5%) (b), P2 (5%) (c), P3 (7,5%) (d), P4 (10%) (e) perbesaran 50 x 10. F= histomorfologi mikroanatomi duodenum puyuh perbesaran 10 x 10. Keterangan: tebal muskular (1), tinggi vili (2), lebar vili basal (3), lebar vili apical (4), lumen (5)

## PEMBAHASAN

Diameter lumen, tinggi vili dan lebar vili duodenum puyuh menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata ( $P > 0,05$ ). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian tepung daun kelor dalam pakan pada berbagai konsentrasi (2,5; 5; 7,5; 10%) tidak dapat meningkatkan diameter lumen, tinggi vili, dan lebar vili duodenum puyuh. Hal ini diduga disebabkan oleh kandungan serat pakan dalam penelitian ini masih dalam konsentrasi normal. Hasil analisis pakan dari penelitian Zulfa et al. (2020) menunjukkan bahwa kandungan serat kasar pakan berkisar 3,07–4,21% tergolong masih rendah dari standar serat pakan pada puyuh, yakni 7%. Serat kasar pakan diperlukan untuk merangsang motilitas saluran pencernaan unggas. Konsumsi serat yang tinggi dapat memperlambat pencernaan dan menurunkan pencernaan protein kasar. Namun, konsentrasi serat yang di bawah standar dapat menyebabkan diare. Hal ini sesuai dengan Sari et al. (2016) yang menyatakan bahwa konsumsi serat pakan yang kurang dapat menyebabkan gangguan pencernaan pada unggas, akan tetapi konsumsi serat pakan yang lebih dari standar yang ditetapkan juga dapat menurunkan kecernakan pakan. Incharoen (2013) menyatakan bahwa puyuh membutuhkan serat dalam kadar tertentu untuk mendukung pencernaan dan penyerapan nutrisi secara optimal.

Perubahan struktur mikroanatomi duodenum puyuh akibat reaksi fisik dan kimia serat pakan dapat menjadi parameter efektivitas penyerapan nutrisi. Tinggi vili dapat menjadi parameter utama kapasitas fungsional duodenum. Fitroh et al. (2019) menyatakan bahwa kandungan serat pakan dapat memengaruhi tinggi vili. Tinggi vili dapat memperluas zona penyerapan dan menyempitkan diameter lumen sehingga dapat mengefektifkan pencernaan. Peningkatan tinggi vili duodenum menunjukkan ekspresi lancarnya absorpsi nutrisi dalam tubuh. Setiawan et al. (2018) menyatakan bahwa efisiensi dalam penggunaan pakan bergantung pada saluran pencernaan, terutama di bagian vili dan kript duodenum yang berperan utama dalam absorpsi nutrisi. Struktur vili yang panjang berfungsi untuk memperluas permukaan absorptif dan menghasilkan mukus yang lebih banyak. Mukus yang diproduksi oleh sel-sel goblet pada mukosa menjadi pelumas duodenum dalam proses pencernaan dan penyerapan nutrisi. Mukus berfungsi untuk melindungi permukaan absorptif duodenum dari infeksi mikroba yang masuk ke dalam saluran pencernaan. Setiawan et al. (2018) menyatakan bahwa mukus mengandung glikoprotein sebagai pengatur hidrasi sel epitel dan berinteraksi dengan immunoglobulin A untuk menghasilkan efek antitoksin.

Daun kelor mengandung sumber serat yang berperan dalam pencernaan puyuh. Serat dibutuhkan untuk merangsang kontraksi otot tidak sadar (otot polos) pada saluran pencernaan. Selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang tidak larut dalam air tidak dapat dicerna di duodenum sehingga akan dikeluarkan dalam bentuk feses (Santoso, 2011). Serat pakan yang larut seperti glukosa, maltosa, pektin, dan limit dekstrin dapat dicerna oleh enzim pankreas di duodenum menjadi disakarida dan monosakarida (Saputro & Estiasih, 2015). Monosakarida ini dapat diabsorpsi oleh sel-sel mukosa duodenum dan didistribusikan ke kapiler darah untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Kandungan serat pakan tidak larut dalam air (*insoluble*) dengan konsentrasi di bawah kebutuhan normal dalam penelitian ini diduga tidak memberikan ekspresi perubahan signifikan terhadap perluasan lumen, tinggi vili, dan lebar vili.

Perlakuan pemberian tepung daun kelor 2,5; 5; 7,5; dan 10% dalam pakan tidak dapat meningkatkan tinggi vili, lebar vili, dan diameter lumen duodenum puyuh. Hal ini sesuai dengan penelitian Zulfa et al. (2020) bahwa pemberian tepung daun kelor dalam pakan tidak dapat meningkatkan diameter lumen dan tinggi vili duodenum itik pengging. Hal ini diduga kandungan serat dalam pakan di dalam penelitian masih berada di bawah dari kisaran normal.

Kondisi berbeda ditemukan pada tebal lapisan muskular duodenum puyuh. Pemberian tepung daun kelor dalam pakan memberikan ekspresi signifikan terhadap lapisan muskular duodenum puyuh ( $P < 0,05$ ). Hasil yang signifikan terhadap ketebalan lapisan muskular duodenum puyuh diduga disebabkan oleh kandungan kelor yang kaya akan karbohidrat, protein, zat besi, kalsium, dan senyawa bioaktif. Komponen fitonutrien tersebut, terutama protein yang cukup tinggi dalam daun kelor diduga dapat menjadi bahan baku pembentukan otot muskular. Menurut Krisnadi (2012) kandungan daun kelor per 100 g, yaitu 38,2 g karbohidrat; 19,2 g serat; 27,1 g protein; 2,3 g lemak; dan 2 g kalsium.

Kandungan protein pada perlakuan 2,5–5% pemberian tepung daun kelor dalam pakan dapat merangsang penebalan muskular duodenum puyuh. Peningkatan absorpsi asam amino oleh duodenum dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh miofibril dan sel satelit untuk melakukan pertumbuhan hipertrofi (Mawaddah et al., 2020). Lapisan muskular duodenum berperan dalam aktivitas kontraksi sirkuler dan longitudinal untuk pencernaan dan penyerapan nutrisi puyuh. Protein dari pemberian tepung daun kelor dalam pakan dicerna oleh enzim tripsin menjadi peptida dan monomer-monomer asam amino. Produk asam amino kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh termasuk ke jaringan muskular duodenum sebagai sumber energi dan bahan baku sintesis protein. Apabila proses pencernaan di dalam duodenum mengalami peningkatan, maka puyuh akan merespons untuk melakukan sintesis protein untuk meningkatkan ukuran sel (hipertrofi) dan ketebalan muskular duodenum puyuh. Lapisan muskular duodenum yang mengalami penebalan akan meningkatkan kinerja pencernaan duodenum puyuh.

Kandungan senyawa bioaktif dalam aditif daun kelor 2,5–5% juga memberikan pengaruh positif dalam merangsang pertumbuhan jaringan muskular duodenum puyuh. Senyawa bioaktif seperti flavonoid diduga dapat memacu dan meningkatkan laju pertumbuhan sel muskular baru (hiperlasia). Putra et al. (2016) menyatakan bahwa daun kelor mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, alkaloid, fenolat, dan triterpenoid. Ouyang et al. (2016) menyatakan bahwa flavonoid dapat meningkatkan ekspresi *insulin-like growth factor I* (IGF-I). IGF-I berperan sebagai mediator dalam sintesis kolagen dan proliferasi fibroblas sehingga memicu pertumbuhan sel muskular duodenum. IGF dan jaringan transduksi sinyal memiliki peran penting dalam pertumbuhan sel baru (hiperplasia) (LeRoith & Roberts Jr, 2003). Selain berperan dalam menjadi mediator pertumbuhan sel muskular baru, flavonoid dan tanin juga berfungsi untuk melindungi permukaan vili dari infeksi bakteri patogen. Fratiwi (2015) menyatakan bahwa flavonoid dan tanin pada daun kelor berperan sebagai antibakteri, dan antioksidan yang dapat memproteksi dan mencegah penggerusan vili akibat infeksi bakteri patogen dengan cara merusak membran sel bakteri patogen.

Perlakuan pemberian tepung daun kelor 2,5–5% dalam pakan memberikan pengaruh terbaik dalam meningkatkan ketebalan muskular duodenum puyuh. Kandungan protein dan senyawa bioaktif dengan perbandingan yang tepat pada perlakuan 2,5–5% diduga memberikan respons yang efektif dalam meningkatkan pertumbuhan (hiperplasia) dan ketebalan muskular (hipertrofi) dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Zulfa et al. (2020) yang menyatakan bahwa perlakuan pemberian tepung daun kelor dalam pakan tidak memberikan perubahan signifikan dalam meningkatkan ketebalan muskular itik. Perbedaan hasil ini diduga disebabkan oleh perbedaan jenis unggas yang digunakan, bentuk pakan, perilaku makan, metabolisme protein dan senyawa bioaktif pada unggas yang berbeda.

Kandungan senyawa bioaktif daun kelor 7,5–10% terutama flavonoid dan tanin cenderung memberikan respons dalam menghambat pembentukan massa otot. Kandungan senyawa bioaktif yang tinggi pada perlakuan 7,5–10% menyebabkan perubahan fungsi flavonoid dari antioksidan menjadi pro-oksidan. Kandungan senyawa bioaktif yang tinggi pada perlakuan 7,5–10% diduga dapat mematikan sel absorptif dan menghambat pertumbuhan sel-sel muskular baru duodenum puyuh. Ramandhita dan Hanum (2021) menyatakan bahwa kandungan flavonoid yang tinggi dapat merubah fungsi flavonoid dari antioksidan menjadi pro-oksidan. Kejadian pro-oksidan dapat menghambat aktivitas enzimatik dalam sel muskular duodenum dan memicu kerusakan protein dan lipid membran sel yang dapat mematikan sel-sel absorptif duodenum puyuh. Flavonoid bekerja menghambat *Mitogen Activated Protein Kinase* (MAPK) dalam pertumbuhan dan pembelahan sel. Menurut Arroyo et al. (2012) pro-oksidan merupakan reaksi yang meningkatkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang bersifat toksik dan merugikan sel. Pada kondisi normal kecepatan pembentukan ROS sebanding dengan kecepatan penghilangan ROS itu sendiri, atau keseimbangan antara antioksidan dan pro-oksidan. Apabila terjadi ketidakseimbangan antara pro-oksidan dan antioksidan akan mengakibatkan stres oksidatif. Hal ini merupakan akumulasi reaksi oksidan yang berlebihan melampaui kapasitas antioksidan seluler (Sumarya, 2019).

Kandungan flavonoid tepung daun kelor yang meningkat dalam pakan dapat menghambat pembentukan muskular duodenum. Perlakuan pemberian tepung daun kelor 7,5–10% dalam pakan menghasilkan ketebalan muskular duodenum yang rendah di bawah kontrol. Kandungan flavonoid yang tinggi pada perlakuan pemberian tepung daun kelor 7,5–10% diduga memberikan pengaruh negatif dengan menghasilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang mampu menghambat aktivasi enzim kinase yang berperan dalam mitosis sel muskular duodenum puyuh. Lestari et al. (2020) menyatakan bahwa senyawa bioaktif golongan flavonoid mampu menghambat protein kinase yang digunakan untuk proses pembelahan sel. Hal ini mengakibatkan proses mitosis sel pun terhambat sehingga sel melakukan kematian sel (apoptosis). ROS dapat bereaksi dengan membran mukus duodenum yang berfungsi untuk melindungi jaringan duodenum dari infeksi dan reaksi korosif. Memperkuat pernyataan Ibrahim et al. (2012) bahwa kandungan senyawa flavonoid dapat merusak proteksi traktus digestivus.

Kandungan tanin dalam penambahan tepung daun kelor yang meningkat dalam pakan dapat menghambat pencernaan protein puyuh. Perlakuan pemberian 7,5 dan 10% tepung daun kelor dalam pakan memberikan hasil ketebalan muskular lebih rendah dibandingkan kontrol. Sedyaaadi et al. (2018) menyatakan bahwa, tepung daun kelor mengandung senyawa antinutritif yaitu tanin. Tanin menjadi inhibitor enzim proteolitik. Hal ini menyebabkan protein kasar (PK) tepung daun kelor tidak dapat dicerna di dalam duodenum. Rizki et al. (2015) menyatakan bahwa inaktivasi enzim proteolitik akan mengecilkan ukuran sel otot polos. Kapasitas absorpsi asam amino yang menurun kemungkinan besar akan menurunkan ukuran sel muskular (atrofi) sehingga ketebalan muskular duodenum pada perlakuan ini lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.

Peningkatan pemberian tepung daun kelor dalam pakan menurunkan palatabilitas (derajat kesukaan) puyuh untuk mengkonsumsi pakan. Hal ini sesuai dengan penelitian Sedyaaadi et al. (2018) yang menyatakan bahwa pemberian tepung daun kelor dalam pakan mengakibatkan rendahnya palatabilitas pakan sehingga laju pertumbuhan berat badan puyuh menurun. Pada konsentrasi 3% tepung daun kelor sudah terasa khas bau langu kelor dan semakin terasa seiring peningkatan konsentrasi. Palatabilitas puyuh yang menurun diduga disebabkan oleh sifat fisik dan kimia pakan. Sifat fisik pakan seperti bentuk pakan, tekstur pakan, dan sifat kimia pakan seperti bau langu dari tepung daun kelor. Hal ini menunjukkan bahwa sifat kimia dan fisik dari pakan yang diberi tepung daun kelor dapat mengakibatkan penurunan konsumsi pakan puyuh. Konsumsi pakan yang menurun mengakibatkan penurunan kinerja duodenum puyuh. Yoga (2015) bahwa penurunan aktivitas pencernaan dan penurunan absorpsi protein akan mempercepat proses atrofi otot tubuh. Kinerja pencernaan puyuh yang menurun akan mengakibatkan lapisan muskular duodenum mengalami penurunan ukuran sel (atrofi) muskular. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh pemberian tepung daun kelor dalam pakan terhadap struktur mikroskopis duodenum burung puyuh. Selain itu dapat menjadi solusi bagi peternak puyuh lokal dalam menentukan pakan yang lebih hemat dan efektif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas puyuh di Indonesia dengan mendukung optimalisasi penyerapan nutrisi dan kinerja fisiologis pencernaan puyuh.

## SIMPULAN

Pemberian tepung daun kelor dalam pakan tidak berpotensi dalam meningkatkan diameter lumen, tinggi vili, dan lebar vili duodenum puyuh. Namun, pemberian tepung daun kelor dalam pakan berpotensi dalam meningkatkan ketebalan lapisan muskular duodenum puyuh.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Universitas Diponegoro yang telah mendanai penelitian ini dengan nomor hibah No: 1966/UN7.5.8/PP/2020, dan Laboratorium Peternakan dan Kesehatan Hewan Semarang yang telah memfasilitasi pembuatan dan pengukuran prepat.

## REFERENSI

Anggitasari, S., Sjoifjan, O., & Djunaidi, I. H. (2016). Pengaruh beberapa jenis pakan komersial terhadap kinerja produksi kuantitatif dan kualitatif ayam pedaging (Effect of some kinds of

- commercial feed on quantitative and qualitative production performance of broiler chicken). *Buletin Peternakan*, 40(3), 187-196.
- Apriliyani, N. I., Djaelani, M. A., & Tana, S. (2016). Profil histologi duodenum berbagai itik lokal di Kabupaten Semarang. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 18(2), 144-150.
- Arroyo, V. S., Flores, K. M., Ortiz, L. B., Gómez-Quiroz, L. E., & Gutiérrez-Ruiz, M. C. (2012). Liver and cadmium toxicity. *Journal of Drug Metabolism and Toxicology*, 5(001).
- Departemen Pertanian. (2012). *Pedoman Penataan Budidaya Puyuh*. Diakses dari <http://www.deptan.go.id>.
- Fauzi, R., Fatmawati, A., & Emelda, E. (2020). Efek antidiare ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* L.) pada mencit putih jantan. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 6(1), 35-39.
- Fitroh, B. A., Hakim, A., & Respati, A. N. (2019). Substitusi jagung menggunakan 3 jenis kulit pisang yang berbeda dalam pakan terhadap histomorfologi vili usus itik hibrida. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*, 2(2), 1-8.
- Fratiwi Y. (2015). The potential of guava leaf (*Psidium guajava* L.) for diarrhea. *Journal Majority*, 4(1), 1138.
- Gakuya, D. W., Mbugua, P. N., Mwaniki, S. M., Kiama, S. G., Muchemi, G. M., & Njuguna, A. (2014). Effect of supplementation of *Moringa oleifera* (LAM) leaf meal in layer chicken feed. *International Journal of Poultry Science*, 13(7), 379.
- Guyton, A. L., & Hall, J. E. (2019). *Buku ajar fisiologi kedokteran (edisi ke-1)*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Hamdani, K., Hasibuan, M., & Harahap, M. F. (2018). Pemberian tepung daun lamtoro (*Leucaenaleucocephala*) pada ransum terhadap karkas burung puyuh (*Coturnixcoturnix javonica*). *Jurnal Peternakan (Jurnal of Animal Science)*, 1(2), 10-16.
- Ibrahim, I. A. A., Qader, S. W., Abdulla, M. A., Nimir, A. R., Abdelwahab, S. I., & Al-Bayaty, F. H. (2012). Effects of *Pithecellobium jiringa* ethanol extract against ethanol-induced gastric mucosal injuries in Sprague-Dawley rats. *Molecules*, 17(3), 2796-2811.
- Incharoen, T., (2013). Histological adaptations of the gastrointestinal tract of broilers fed diets containing insoluble fiber from rice hull meal. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 8(2), 79-88.
- Krisnadi, A. D. (2012). *Kelor super nutrisi*. Blora (ID): Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia.
- LeRoith, D., & Roberts Jr, C. T. (2003). The insulin-like growth factor system and cancer. *Cancer letters*, 195(2), 127-137.
- Lestari, A. L. D., Noverita., & Permana, A., (2020). Daya hambat propolis terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Pro-Life*, 7(3), 237-250.
- Mawaddah, M., Setiawan, H., & Saragih, H. (2020). Aktivitas ekstrak etanolik daun jambu mete terhadap otot pectoralis thoracicus ayam jawa super. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 22(1), 80-88.
- McRorie Jr. J. W., & McKeown, N. M. (2017). Understanding the physics of functional fibers in the gastrointestinal tract: An evidence-based approach to resolving enduring misconceptions about insoluble and soluble fiber. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 117(2), 251-264.
- Nababan, M., Silitonga, L., & Satata, B. (2017). Pengaruh pemberian dedak padi yang difermentasi dengan cairan isi rumen terhadap performans burung puyuh (*Coturnix coturnix japonioca*) jantan. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal of Tropical Animal Science)*, 6(1), 25-28.
- Ouyang, K., Xu, M., Jiang, Y., & Wang, W. (2016). Effects of alfalfa flavonoids on broiler

- performance, meat quality, and gene expression. *Canadian Journal of animal science*, 96(3), 332-341.
- Pujaswarini, N., Berata, I., & Setianingsih, N. (2019). Ekstrak Daun kelor memulihkan perubahan histopatologi dan morfometri duodenum tikus setelah aktivitas fisik berlebih. *Indonesia Medicus Veterinus*, 8(6), 739-749.
- Putra, I., Dharmayudha, A., & Sudimartini, L. M. (2016). Identifikasi senyawa kimia ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* L.) di Bali. *Indonesia Medicus Veterinus*, 5(5), 464-473.
- Ramandhita, A. P., & Hanum, L. (2021). Efek antikanker nanopartikel alginat ekstrak etanol daun sirsak (*Annona muricata* Linn) pada kultur sel kanker hepar (HepG2). *Jurnal Riset Kedokteran*, 130-133.
- Rizki, M. I., Chabib, L., Nabil, A., & Yusuf, B. (2015). Tanaman dengan aktivitas anti-asma. *Jurnal Pharmascience*, 2(1), 1-9.
- Santoso, A. (2011). Serat pangan (dietary fiber) dan manfaatnya bagi kesehatan. *Magistra*, 23(75), 35-40.
- Santoso, S. (2018). *Menguasai statistik dengan spss 25*. Jakarta: Gramedia.
- Saputro, P. S., & Estiasih, T. (2015). Pengaruh polisakarida larut air (pla) dan serat pangan umbi-umbian terhadap glukosa darah: Kajian Pustaka. *Jurnal pangan dan Agroindustri*, 3(2).
- Sari, I. P., Murni, A. W., & Masrul, M. (2016). Hubungan konsumsi serat dengan pola defekasi pada mahasiswi fakultas kedokteran unand angkatan 2012. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 5(2).
- Sedyaaadi, U., Manshur, E., & HT, R. N. (2018). Pengaruh penambahan tepung daun kelor dalam ransum terhadap palatabilitas pakan dan pertumbuhan puyuh. *Jurnal Ilmiah Respati*, 9(1).
- Setiawan, H., Utami, L. B., & Zulfikar, M. (2018). Serbuk daun jambu biji memperbaiki performans pertumbuhan dan morfologi duodenum ayam jawa super. *Jurnal Veteriner*, 19(4), 554-567.
- Sherwood, L. (2014). *Fisiologi manusia edisi ke-8* (B. U. Pendit, Terjemahan). Jakarta: EGC.
- Sumarya, I. M. (2019). Hiperurisemia sebagai faktor risiko penyakit kardiovaskular melalui mekanisme stres oksidatif. *Jurnal Widya Biologi*, 10(02), 87-98.
- Sunarno, S., Goeltoem, R. J., & Mardiaty, S. M. (2016). Aplikasi pakan kaya nutrisi dengan suplementasi daging ikan gabus (*Channa striata*) dan perannya dalam perbaikan struktur duodenum: Kajian in vivo pada tikus wistar yang diberi perlakuan stres. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 5(1).
- Sunarno, S., Solikhin, S., & Budiraharjo, K. (2021). Histomorphometry of the duodenum of ducks (*Anas platyrhynchos*) after administration of nanochitosan in feed. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 13(3), 267-274.
- Wardhana, A. H. (2016). Black soldier fly (*Hermetia illucens*) sebagai sumber protein alternatif untuk pakan ternak. *Wartazoa*, 26(2), 69-78.
- Wasilewski, R., Kokoszyński, D., Mieczkowska, A., Bernacki, Z., & Górska, A. (2015). Structure of the digestive system of ducks depending on sex and genetic background. *Acta Veterinaria Brno*, 84(2), 153-158.
- Wijayanti, N. (2017). *Fisiologi manusia dan metabolisme zat gizi*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Woods, A. E., Stirling, J. W., & Suvarna, S. K. (2019). *Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques*. Elsevier.
- Yoga, M. A. P. A. (2015). The association between intake of energy, protein and physical activity with nutritional status of elderly people. *Jurnal Majority*, 4(2).

Zulfa, L. F., Sunarno, S., Kasiyati, K., & Djaelani, M. A. (2020). Efek tepung daun *Moringa oleifera* terhadap struktur mikroanatomi duodenum itik pengging. *Media Bina Ilmiah*, 14(9), 3135-3150.