

ARTIKEL

KARAKTERISTIK KARKAS, BOBOT ORGAN DIGESTORIA, DAN HISTOMORFOMETRI ILEUM ITIK HIBRIDA SETELAH PENAMBAHAN TEPUNG DAUN KELOR (*Moringa oleifera* Lam.) DALAM PAKAN

[*Carcass Characteristic, Digestive Organ Weights and Ileum Histomorphometry of Hybrid Ducks After Fed Addition of Moringa Leaf Meal (Moringa oleifera Lam.)*]

Silfia Arzakina, Sinta Aulia Rahmah, Muhammad Anwar Djaelani, Sunarno, Kasiyati*

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Jacob Rais, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275

ABSTRAK

Daun kelor merupakan salah satu sumber bahan pakan ternak yang kaya nutrisi seperti protein, lemak, serat, mineral, dan vitamin. Nutrien yang terkandung dalam pakan dapat memengaruhi optimalisasi sistem pencernaan sehingga dapat meningkatkan produktivitas. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pemberian imbuhan pakan tepung daun kelor pada karakteristik karkas, bobot organ digestoria, dan histomorfometri ileum itik hibrida. Itik yang digunakan dalam penelitian ini adalah itik hibrida jantan berjumlah 32 ekor yang dibagi ke dalam empat kelompok perlakuan dengan delapan kali ulangan. Kelompok pertama diberi pakan standar komersial tanpa penambahan tepung daun kelor (0%), kelompok kedua sampai keempat diberi pakan komersial standar dengan penambahan tepung daun kelor masing-masing 2,5%, 5%, dan 7,5%. Rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap. Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan uji lanjut Duncan pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tepung daun kelor tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) pada bobot karkas, bobot potongan karkas, bobot organ digestoria, dan histomorfometri ileum, namun berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada diameter *peyer patches* itik hibrida. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemberian imbuhan tepung daun kelor tidak memberikan dampak buruk pada karakteristik karkas, bobot organ digestoria, dan histomorfometri ileum itik hibrida. Imbuhan tepung daun kelor dapat diaplikasikan pada itik karena dapat meningkatkan sistem imun pada saluran pencernaan yang ditandai dengan peningkatan diameter *peyer patches*.

Kata Kunci : *intestinum tenue*, *peyer patches*, senyawa fitokimia, tepung daun

ABSTRACT

Moringa leaves are one of the sources of animal feed ingredients that are rich in nutrients such as protein, fat, fiber, minerals, and vitamins. Nutrients can affect the optimization of the digestive system so that it can increase productivity. The objective of this study was to evaluate the effects of the addition of moringa leaf meal on the carcass characteristics, digestive organ weight, and ileum histomorphometry of hybrid ducks. The ducks used in this study were 32 male hybrid ducks, divided into four treatment groups with eight replications. The first group was given standard commercial feed without the addition of moringa leaf meal (0%); the second to fourth groups were given standard commercial feed with the addition of moringa leaf meal of 2.5%, 5%, and 7.5%, respectively. The experimental design was a completely randomized design. The data were analyzed using a one-way ANOVA at a significance level of 5%. The results showed that the treatment of moringa leaf meal had no significant effect ($P>0.05$) on carcass weight, carcass cut weight, digestive organ weight, and ileum histomorphometry, but had a significant effect ($P<0.05$) on the diameter of Peyer patches of hybrid ducks. The conclusion of this study was that the addition of moringa leaf meal did not have an adverse effect on carcass characteristics, digestive organ weight, or ileum histomorphometry. Moringa leaf meal can be applied to ducks because it can increase the immune system in the digestive tract, which is indicated by an increase in the diameter of peyer patches.

Keywords: intestine tenue, leaf meal, peyer patches, phytochemical compounds

PENDAHULUAN

Itik hibrida pedaging merupakan salah satu jenis itik hasil hibridisasi dari itik lokal dengan itik introduksi yang memiliki masa pemeliharaan relatif singkat, resisten terhadap penyakit, dan dapat dipanen pada umur 6 sampai 7 minggu dengan bobot hidup 1,6–2,0 kg/ekor (Ridwan *et al.*, 2020). Tujuan pemeliharaan itik hibrida pedaging adalah peningkatan produksi karkas yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Azis *et al.*, 2024). Karkas merupakan bagian tubuh pascapenyembelihan setelah dilakukan pengeluaran darah, pencabutan bulu, dan pengeluaran jeroan, pemotongan kepala, leher, dan kaki (BSN, 2016).

Selain karkas, konformasi tubuh itik dapat dievaluasi melalui morfometri organ digestoria, termasuk struktur histologi. Pengukuran bobot dan panjang organ digestoria, serta histomorfometri intestinum dapat dipergunakan sebagai indikator penilaian kinerja absorpsi nutrisi. Ileum merupakan bagian dari intestinum yang berperan dalam penyerapan nutrisi, pencernaan fermentatif serat, dan memiliki fungsi khusus dalam sistem imunitas intestinum karena mengandung *peyer patches* sebagai kumpulan folikel limfoid yang memproduksi antibodi (Khaleel dan Atiea, 2017). Struktur dan fungsi jaringan yang normal pada sistem pencernaan dapat memengaruhi proses digesti dan penyerapan pakan, pada gilirannya berkontribusi pada pertumbuhan dan produktivitas unggas (Adedokun dan Olojede, 2019).

Pemberian bahan pakan tertentu sebagai aditif atau imbuhan pakan secara signifikan dapat meningkatkan pertumbuhan, produksi, dan status kesehatan unggas. Pemanfaatan bahan pakan alternatif sebagai imbuhan pakan unggas memiliki syarat antara lain tidak bersaing dengan kebutuhan bahan pangan untuk manusia, dapat memenuhi kebutuhan nutrisi unggas, tersedia secara kontinyu, dan dapat diperoleh dengan mudah dengan biaya murah (Alagawany dan Abd El-Hack, 2021). Ampas tahu, ampas kecap, onggok, bungkil kedelai, tepung limbah udang, tepung bekicot, nasi kering, *Indigofera* sp., dan tepung daun merupakan bahan pakan alternatif yang belum diproduksi secara massal namun mengandung protein, energi, vitamin, dan mineral yang diperlukan oleh itik.

Tepung daun merupakan hijauan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, diproses melalui pengeringan dan penggilingan, dijadikan sebagai imbuhan pakan sumber karotenoid, vitamin A, maupun untuk meningkatkan nilai gizi pakan (Suci, 2013). Salah satu jenis tumbuhan yang dapat diproses menjadi tepung daun adalah kelor karena daun kelor kering mengandung protein sebanyak 29–40 g/100 g, lemak 5,2–6,5 g/100 g, karbohidrat 38–41,2 g/100 g, kalori 329 kal, serat 12,5–21,1 g/100 g, vitamin A 16,3–18,9 mg/100 g, vitamin B2 19,8–21,3 mg/100 g, vitamin B3 7,6–8,3 mg/100 g (Mahfuz dan Piao, 2019), tanin 3,12 mg/g, total polifenol 2,02%, asam amino (arginin, serin, prolin, treonin, glisin, asam aspartat, glutamat, metionin, alanin, valin, fenilalanin, lisin, triptofan, leusin), asam lemak esensial, makromineral (kalsium, fosfor, magnesium, kalium, natrium, dan sulfur) dan mikromineral (seng, tembaga, besi, selenium, dan boron) (Syarifuddin, 2017).

Berbagai hasil penelitian menggunakan tepung daun kelor sebagai imbuhan pakan unggas telah dipublikasikan, di antaranya penelitian Castillo *et al.* (2018) yang menemukan penambahan tepung daun kelor sebesar 14% dalam pakan puyuh dapat meningkatkan bobot badan dan karkas, sedangkan Kasiyati *et al.* (2022) melaporkan bahwa aditif tepung daun kelor dengan konsentrasi 6% dapat meningkatkan persentase bobot potong, otot dada, serta sayap itik pekin. Hasil penelitian Pramestya *et al.* (2021) memperlihatkan bahwa imbuhan tepung daun kelor dapat menurunkan rasio konversi pakan sehingga mengindikasikan terjadinya peningkatan efisiensi pakan. Berawi *et al.* (2019) menyatakan bahwa tepung daun kelor terbukti memiliki aktivitas antibakteri, anti-inflamasi, antihiperlipidemia, antikanker, dan meningkatkan daya tahan tubuh. Yang *et al.* (2023) melaporkan kadar radikal bebas dapat diturunkan dan kandungan enzim antioksidan (*superoxide dismutase*) meningkat pada suplementasi tepung daun kelor 0,2 dan 0,4% dalam pakan itik petelur. Penelitian yang dilakukan oleh Khan *et al.* (2017) menunjukkan penambahan tepung daun kelor pada pakan ayam pedaging sebesar 1,2% dapat meningkatkan kesehatan intestinum, dilihat dari peningkatan ukuran vili dan jumlah sel epitelium intestinum, serta terjadinya peningkatan bobot badan dan panjang intestinum ayam pedaging. Nkukwana *et al.* (2015) juga mempublikasikan bahwa penambahan tepung daun kelor dapat meningkatkan panjang, lebar, dan luas permukaan vili ileum karena adanya kandungan serat yang cukup untuk meningkatkan aktivitas penyerapan intestinum sehingga vili berkembang dengan baik.

Informasi mengenai produktivitas unggas yang memanfaatkan imbuhan tepung daun kelor untuk meningkatkan karakteristik karkas, bobot organ digestoria, dan histomorfometri ileum sebagai bagian dari sistem imun saluran pencernaan masih terbatas pada dosis rendah atau konsentrasi yang lebih tinggi diterapkan pada ayam. Penggunaan tepung daun kelor sebagai imbuhan pakan pada dosis menengah sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% yang diaplikasikan pada itik hibrida belum pernah dilaporkan. Berdasarkan hal tersebut, tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pemberian imbuhan pakan tepung daun kelor dengan dosis tersebut pada karakteristik karkas, bobot organ digestoria, dan histomorfometri ileum itik hibrida.

BAHAN DAN METODE

Persiapan, pemeliharaan hewan uji, dan rancangan penelitian

Semua protokol pelaksanaan penelitian sudah mendapatkan persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro No. 04/EC/H/FK/UNDIP/I/2022. Itik hibrida yang digunakan dalam penelitian ini berupa itik hibrida jantan hasil hibridisasi itik Pekin dengan itik Magelang, umur tiga hari dengan bobot badan $80,0 \pm 2,2$ g yang diperoleh dari *breeder* di Desa Jatirunggo, Kecamatan Pringapus, Kabupaten Semarang, sebanyak 32 ekor. Itik hibrida diaklimasi selama satu minggu di kandang boks dan dipindahkan ke kandang baterai berukuran $45 \times 35 \times 60$ cm³ pada saat itik berumur dua minggu. Pemberian pakan dilakukan secara *ad libitum*, yaitu pemberian pakan dalam jumlah yang cukup banyak dan dapat diakses oleh itik kapan saja sesuai dengan kebutuhan energinya. Pakan yang tersedia disesuaikan dengan umur itik, diberikan sebanyak dua kali sehari, yaitu pagi hari (pukul 07.00 WIB) dan sore hari (pukul 15.00 WIB). Air minum itik tersedia *ad libitum*, berasal dari air sumur yang diganti setiap pagi hari.

Penelitian ini didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dengan delapan kali ulangan. Pemberian imbuhan tepung daun kelor diaplikasikan selama enam minggu. Kelompok perlakuan berupa kelompok K0: pakan komersial standar, tanpa imbuhan tepung daun kelor (kontrol); kelompok K1: pakan komersial standar yang diberi imbuhan tepung daun kelor 2,5%; kelompok K2: pakan komersial standar yang diberi imbuhan tepung daun kelor 5%; dan kelompok K3: pakan komersial standar yang diberi imbuhan tepung daun kelor 7,5%.

Persiapan pakan dan formulasi pakan

Pakan komersial standar yang digunakan berupa pakan BR-1 dan BR-2 yang diproduksi oleh PT Sido Agung Jaya Farm. Pakan BR-1 diberikan untuk itik fase *starter* (1–3 minggu), sedangkan BR-2 diberikan untuk itik fase *finisher* (4–8 minggu). Pencampuran pakan komersial standar dengan tepung daun kelor disesuaikan dengan konsentrasi masing-masing kelompok perlakuan. Tepung daun

kelor diperoleh dari produsen lokal Flozindo Purbalingga, Jawa Tengah. Pakan penelitian dibuat stok setiap satu minggu sekali. Cara pembuatan stok pakan seperti rekomendasi Febriana *et al.* (2023) adalah dengan menimbang pakan standar BR-1 atau BR-2 sesuai konsentrasi tepung daun kelor (Tabel 1), selanjutnya dituangkan ke dalam boks persegi. Bagian atas pakan ditambahkan tepung daun kelor, dibuat lapisan bergantian antara pakan standar dengan tepung daun kelor dengan perbandingan 1:1 (satu bagian pakan dan satu bagian tepung daun kelor), kemudian dicampur sampai merata antara pakan standar dengan tepung daun kelor. Campuran pakan yang sudah homogen disimpan dalam kantong plastik kering sampai saat digunakan. Komposisi bahan pakan dan kandungan nutrisi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi dan kandungan nutrisi pakan (*Composition and nutrient content of feed*).

Bahan Pakan (Feed Ingredients)	Konsentrasi tepung daun kelor dalam pakan (Concentration of Moringa leaf meal) (%)							
	Periode starter (Starter phase) (1–3 minggu) (1–3 weeks)				Periode finisher (Finisher phase) (4–8 minggu) (4–8 weeks)			
	0	2,5	5	7,5	0	2,5	5	7,5
	0	2,5	5	7,5	0	2,5	5	7,5
Pakan standar (standard feed)	100	97,5	95	92,5	100	97,5	95	92,5
Tepung daun kelor (Moringa leaf meal)	0	2,5	5	7,5	0	2,5	5	7,5
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Kandungan nutrisi hasil analisis laboratorium (Nutritional content of laboratory analysis)								
Energi metabolis (Metabolic energy) (kkal/kg)	2970,20	2947,14	2924,08	2901,01	3040	3016,94	3000,88	2949,81
Protein kasar (Crude protein) (%)	21,94	22,29	22,64	22,99	18,63	18,98	19,31	19,74
Lemak kasar (Crude fat) (%)	3,55	3,49	3,42	3,35	7,26	7,19	7,11	7,07
Serat kasar (Crude fiber) (%)	3,56	3,52	3,47	3,43	4,26	4,22	4,12	4,00

Terminasi pemeliharaan hewan coba, perolehan karkas, dan isolasi organ digestoria

Terminasi dilakukan pada itik hibrida berumur 8 minggu yang telah dipuasakan selama 12 jam. Sebelum diterminasi, itik ditimbang untuk mengukur bobot potong. Terminasi dilakukan dengan cara memutus trakea, esofagus, arteri, dan vena jugularis. Itik yang sudah disembelih, didiamkan selama 3–5 menit atau sudah tidak bergerak dan tidak ada darah yang keluar, selanjutnya dilakukan *scalding* dengan merendam itik pada air panas (suhu 55–60°C) selama 3–4 menit, kemudian dilakukan pencabutan bulu, pemotongan kepala, kaki, leher, dan pengeluaran organ viscera sampai diperoleh karkas dan potongan karkas (Tang *et al.*, 2020; Kasiyati *et al.*, 2022). Organ digestoria merupakan bagian dari organ viscera. Bagian organ digestoria yang diisolasi meliputi hepar, pankreas, proventrikulus, ventrikulus, dan *intestinum tenue*, selanjutnya ditimbang. Bobot karkas, potongan karkas, dan bobot organ digestoria dinyatakan dalam persen sebagai bobot relatif terhadap bobot potong (bobot karkas atau organ dibagi bobot potong dikalikan 100%) (Ulupi *et al.*, 2018). Ileum merupakan bagian dari *intestinum tenue*, diperoleh dengan cara memotong bagian tengah *intestinum tenue* sepanjang ± 2 cm (Qureshi *et al.*, 2017). Ileum dibersihkan dengan larutan garam fisiologis 0,8%, kemudian disimpan di dalam botol sampel berisi larutan fiksatif *Buffered Neutral Formalin* (BNF) 10% (Maqsood *et al.*, 2024). Potongan ileum selanjutnya dibuat preparat dengan metode parafin dan pewarnaan Hematoksin-Eosin (Bancroft dan Gamble, 2011).

Pengamatan dan pengukuran histomorfometri ileum

Pengamatan dan pengukuran histomorfometri ileum dilakukan menggunakan mikroskop trinokuler CX43 Olympus, kamera optilab, dan *software optilab viewer*. Variabel yang diukur meliputi tebal tunika serosa, tunika muskularis eksterna, tunika submukosa, dan muskularis mukosa, tinggi vili, kedalaman kelenjar Lieberkuhn, dan diameter plak peyer (*peyer patches*). Pengukuran variabel diukur dari tiga bidang pandang pada setiap potongan jaringan, masing-masing bidang pandang diulang sebanyak tiga kali pengukuran yang dipilih secara acak. Pengukuran dilakukan menggunakan perbesaran mikroskop 100 kali (Egbu, 2023). Ketinggian vili diukur dari ujung vili (*lamina propria*) hingga pangkalnya (pertemuan vili dan kelenjar Lieberkuhn), sedangkan kedalaman kelenjar Lieberkuhn diukur dari dasar kelenjar Lieberkuhn sampai pertemuan vili dan kelenjar Lieberkuhn (Sikandar *et al.*, 2017).

Analisis data

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil penelitian terdistribusi normal. Selain itu, uji homogenitas juga dilakukan. Data yang menunjukkan pola distribusi normal dan homogen dilanjutkan dengan analisis sidik ragam pada taraf signifikansi 5% (Santoso, 2018). Hasil analisis sidik ragam yang berbeda signifikan dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf signifikansi 5%. Semua analisis data dikerjakan menggunakan *software SPSS (Statistical Product of Service Solution)* versi 26.

HASIL

Karakteristik karkas dan bobot organ digestoria

Hasil analisis berupa bobot absolut dan relatif karkas, dada, sayap, punggung dan dorso posterior, femur, tibia, serta bobot otot, tulang, dan rasio otot tulang tibia ditampilkan pada Tabel 2. Rerata bobot karkas dan potongan karkas tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol (pakan komersial standar) dengan kelompok yang diberikan imbuhan tepung daun kelor 2,5%, 5%, dan 7,5%. Bobot organ digestoria yang terdiri atas bobot hepar, pankreas, proventrikulus, ventrikulus, dan *intestinum tenue* menunjukkan tidak berbeda nyata antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan imbuhan tepung daun kelor ($P>0,05$; Tabel 3).

Tabel 2. Rerata bobot karkas, dada, sayap, punggung dan dorso posterior, femur, tibia, bobot otot, tulang, dan rasio otot tulang tibia itik hibrida setelah pemberian imbuhan tepung daun kelor (*The average weight of carcass, chest, wings, back and rump, femur, tibial, muscle weight, bone, and tibial bone muscle ratio of hybrid ducks after fed addition of Moringa leaf meal*).

Variabel (Variable)	Perlakuan (Treatment)			
	K0 $\bar{x} \pm SD$	K1 $\bar{x} \pm SD$	K2 $\bar{x} \pm SD$	K3 $\bar{x} \pm SD$
Bobot karkas (<i>Carcass weight</i>) (g)	1190 $\pm$ 0,21	1390 $\pm$ 0,34	1230 $\pm$ 0,19	1250 $\pm$ 0,16
Bobot relatif karkas (<i>Relative carcass weight</i>) (%)	59,31 $\pm$ 4,23	61,42 $\pm$ 13,22	55,64 $\pm$ 1,74	57,31 $\pm$ 6,70
Bobot dada (<i>Chest weight</i>) (g)	388,3 $\pm$ 0,08	405 $\pm$ 0,08	379,2 $\pm$ 0,11	410 $\pm$ 0,07
Bobot relatif dada (<i>Relative Chest weight</i>) (%)	19,37 $\pm$ 1,88	17,83 $\pm$ 1,48	16,98 $\pm$ 2,56	18,65 $\pm$ 2,56
Bobot punggung dan dorso posterior (<i>Back and rump weight</i>) (g)	347,5 $\pm$ 0,09	375 $\pm$ 0,07	384,2 $\pm$ 0,07	331,8 $\pm$ 0,06
Bobot relatif punggung dan dorso posterior (<i>Relative Back and rump weight</i>) (%)	17,14 $\pm$ 2,85	16,51 $\pm$ 1,60	17,39 $\pm$ 2,24	15,13 $\pm$ 2,41
Bobot sayap (<i>Wing weight</i>) (g)	85 $\pm$ 0,01	94,2 $\pm$ 0,01	87,9 $\pm$ 0,01	97,1 $\pm$ 0,01
Bobot relatif sayap (<i>Relative wing weight</i>) (%)	4,29 $\pm$ 0,54	4,20 $\pm$ 0,54	3,99 $\pm$ 0,19	4,44 $\pm$ 0,48
Bobot femur (<i>Thigh weight</i>) (g)	69,6 $\pm$ 0,01	71,2 $\pm$ 0,01	69,6 $\pm$ 0,01	77,5 $\pm$ 0,01
Bobot relatif femur (<i>Relative thigh weight</i>) (%)	3,48 $\pm$ 0,82	3,17 $\pm$ 0,35	3,20 $\pm$ 0,57	3,56 $\pm$ 0,70
Bobot tibia (<i>Shank weight</i>) (g)	72,1 $\pm$ 0,01	77,9 $\pm$ 0,01	75,4 $\pm$ 0,01	82,1 $\pm$ 0,01
Bobot relatif tibia (<i>Relative shank weight</i>) (%)	3,62 $\pm$ 0,72	3,51 $\pm$ 0,58	3,45 $\pm$ 0,29	3,76 $\pm$ 0,47
Bobot otot tibia (<i>Shank muscle weight</i>) (g)	32,27 $\pm$ 9,42	37,25 $\pm$ 6,20	37,15 $\pm$ 6,67	40 $\pm$ 2,04
Bobot tulang tibia (<i>Relative Shank muscle weight</i>) (g)	3,14 $\pm$ 0,43	3,27 $\pm$ 0,26	3,26 $\pm$ 0,23	3,50 $\pm$ 0,21
Rasio bobot otot:tulang tibia (<i>Muscle:bone shank weight ratio</i>)	3,25 $\pm$ 0,53	3,48 $\pm$ 0,50	3,55 $\pm$ 0,87	3,29 $\pm$ 0,44

Keterangan: Hasil menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) antarperlakuan. K0: Pakan komersial standar tanpa imbuhan tepung daun kelor (kontrol); K1: Pakan komersial standar yang diberi imbuhan tepung daun kelor 2,5%; K2: Pakan komersial standar yang diberi imbuhan tepung daun kelor 5%; K3: Pakan komersial standar yang diberi imbuhan tepung daun kelor 7,5%. (*The results showed no significant difference ($P > 0.05$) between treatments. K0: Standard commercial feed without moringa leaf meal additive (control); K1: Standard commercial feed added with 2.5% moringa leaf meal; K2: Standard commercial feed added with 5% moringa leaf meal; K3: Standard commercial feed added with 7.5% moringa leaf meal*).

Tabel 3. Rerata bobot organ digestoria itik hibrida setelah pemberian imbuhan tepung daun kelor (*The average weight of digestoria organ weights of hybrid ducks after fed addition of Moringa leaf meal*).

Variabel (Variable)	Perlakuan (Treatment)			
	K0 $\bar{x} \pm SD$	K1 $\bar{x} \pm SD$	K2 $\bar{x} \pm SD$	K3 $\bar{x} \pm SD$
Bobot organ				
<i>(Organ weight) (g)</i>				
Hepar (<i>Liver</i>)	44,40±6,53	47,17±7,39	41,23±5,40	49,52±11,33
Pankreas (<i>Pancreas</i>)	4,77±0,77	4,62±1,04	4,90±0,77	5,13±0,89
Proventrikulus (<i>Proventriculus</i>)	9,33±0,89	9,07±2,63	9,05±2,48	10,12±1,43
Ventrikulus (<i>stomach</i>)	58,43±6,40	64,68±3,88	59,70±4,67	66,18±7,53
Intestinum tenue (<i>gut</i>)	70,13±10,69	75,96±11,37	80,62±12,02	76,55±3,81
Bobot relative				
<i>(Relative weight) (%)</i>				
Hepar (<i>Liver</i>)	2,07±0,35	2,08±0,15	2,03±0,18	2,23±0,47
Pankreas (<i>Pancreas</i>)	0,22±0,04	0,20±0,03	0,22±0,04	0,23±0,04
Proventrikulus (<i>Proventriculus</i>)	0,44±0,10	0,39±0,07	0,41±0,10	0,45±0,05
Ventrikulus (<i>stomach</i>)	2,71±0,29	2,89±0,31	2,75±0,42	2,99±0,36
Intestinum tenue (<i>gut</i>)	3,25±0,35	3,38±0,47	3,67±0,39	3,46±0,29

Keterangan : Hasil menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) antarperlakuan. (*The results showed no significant difference ($P>0.05$) between treatments*).

Histomorfometri ileum

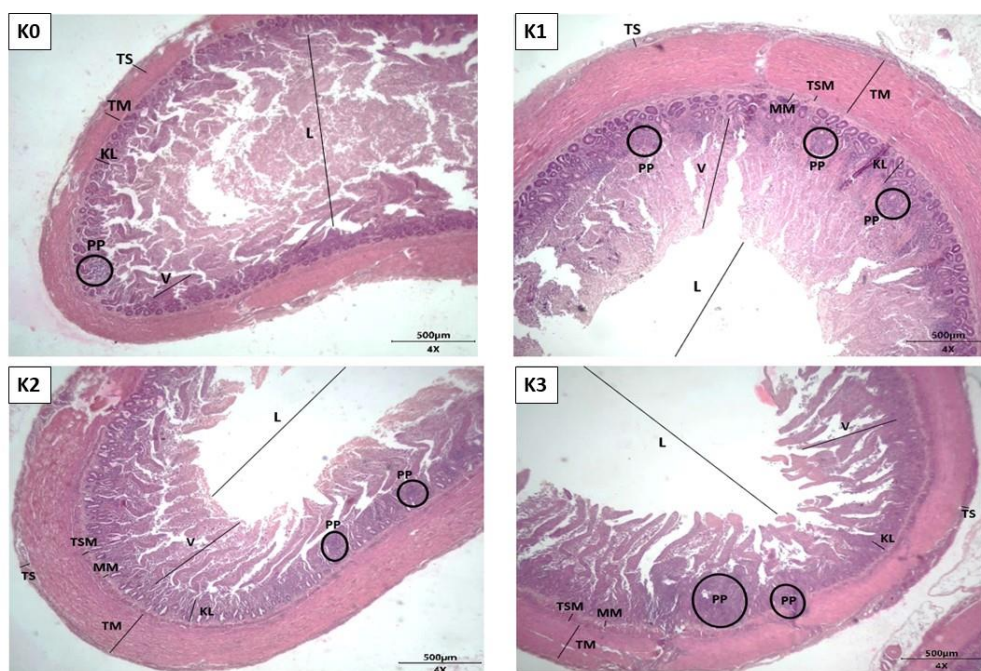
Rerata histomorfometri ileum berupa tebal tunika serosa, tunika muskularis eksterna, tunika submukosa, tunika muskularis mukosa, tinggi vili, dan kedalaman kelenjar Lieberkuhn menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$; Tabel 4) pada kelompok kontrol dengan kelompok yang diberikan imbuhan tepung daun kelor, namun diameter *peyer patches* memperlihatkan adanya pengaruh yang signifikan ($P<0,05$; Tabel 3) antara kelompok kontrol dengan kelompok yang diberikan imbuhan tepung daun kelor (K1, K2, K3). Di antara kelompok pemberian imbuhan tepung daun kelor yaitu K1, K2, dan K3, masing-masing dengan konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5%, tidak berpengaruh terhadap diameter *peyer patches*.

Pengamatan struktur histologi ileum itik hibrida ditampilkan pada Gambar 1. Secara umum, struktur histologi ileum yang berupa tebal tunika serosa, tunika submukosa, dan tunika muskularis mukosa pada semua perlakuan terlihat serupa. Mikroanatomi ileum menunjukkan kondisi normal. Perbedaan struktur histologi ditemukan pada ketebalan tunika muskularis eksterna, tinggi vili, kedalaman kelenjar Lieberkuhn, dan diameter *peyer patches* antara kontrol dan kelompok imbuhan tepung daun kelor. Kelompok kontrol memiliki tunika muskularis yang tipis, vili tidak beraturan, terputus-putus, dengan ukuran vili yang lebih pendek, kelenjar Lieberkuhn dangkal, serta diameter *peyer patches* sempit. Sebaliknya, kelompok imbuhan tepung daun kelor (K1, K2, K3) memperlihatkan tunika muskularis lebih tebal, vili yang panjang dengan bentuk hampir seragam, kelenjar Lieberkuhn dalam, dan diameter *peyer patches* yang lebar (Gambar 2).

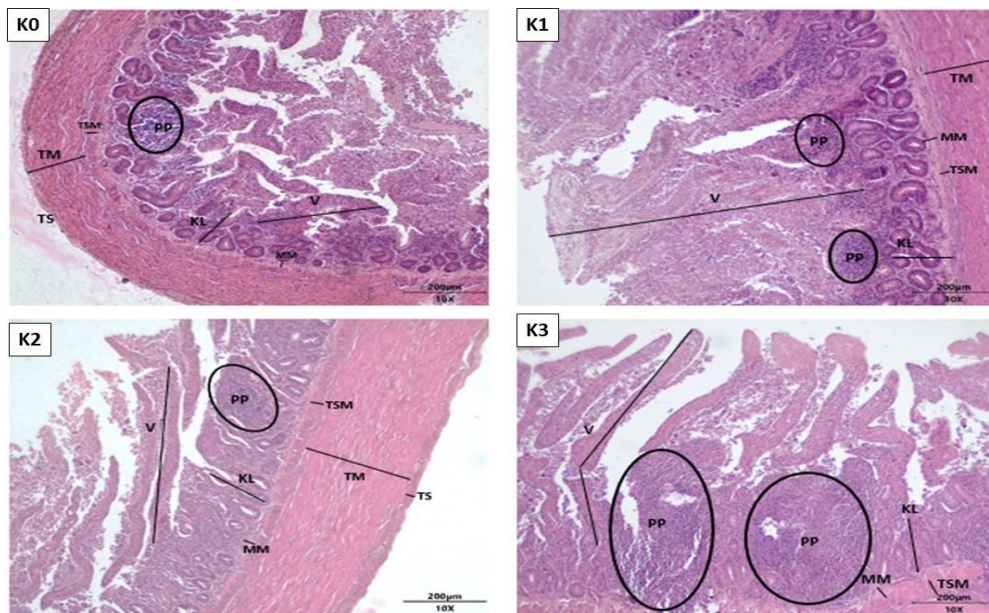
Tabel 4. Rerata histomorfometri ileum itik hibrida setelah pemberian imbuhan tepung daun kelor (*The average of ileum histomorphometry of hybrid ducks after fed addition of Moringa leaf meal*)

Variabel (μm) Variable	Perlakuan (<i>Treatment</i>)			
	K0 $\bar{x} \pm \text{SD}$	K1 $\bar{x} \pm \text{SD}$	K2 $\bar{x} \pm \text{SD}$	K3 $\bar{x} \pm \text{SD}$
Tebal TS <i>TS Thickness</i>	19,18 $\pm$ 3,59	23,38 $\pm$ 4,18	27,42 $\pm$ 7,32	28,39 $\pm$ 2,78
Tebal TME <i>TME Thickness</i>	320,86 $\pm$ 181,10	341,04 $\pm$ 120,89	420,96 $\pm$ 140,70	325,63 $\pm$ 22,03
Tebal TSM <i>TSM Thickness</i>	38,48 $\pm$ 20,99	32,93 $\pm$ 3,04	32,99 $\pm$ 11,33	32,35 $\pm$ 17,44
Tebal MM <i>MM Thickness</i>	21,28 $\pm$ 4,54	26,85 $\pm$ 5,85	26,11 $\pm$ 3,34	30,28 $\pm$ 6,19
Tinggi Vili <i>Villi Height</i>	436,06 $\pm$ 115,35	622,00 $\pm$ 104,85	658,79 $\pm$ 89,45	636,94 $\pm$ 43,40
Kedalaman KL <i>Depth of KL</i>	99,61 $\pm$ 26,79	131,18 $\pm$ 25,35	123,17 $\pm$ 7,09	154,84 $\pm$ 19,21
Diameter PP <i>PP Diameter</i>	108,90 $\pm$ 7,99 ^a	175,08 $\pm$ 4,56 ^b	177,88 $\pm$ 40,00 ^b	199,75 $\pm$ 49,39 ^b

Keterangan: superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata ($P < 0,05$). TS (tunika serosa), TM (tunika muskularis eksterna), TSM (tunika submukosa), MM (muskularis mukosa), KL (kelenjar Lieberkuhn), PP (*peyer patches*). (*Different superscripts in the same row indicate significantly different ($P < 0.05$). TS (tunica serosa), TM (tunica muscularis externa), TSM (tunica submucosa), MM (muscularis mucosa), KL (glands of Lieberkuhn), PP (Peyer patches)*).



Gambar 1. Struktur histologi ileum itik hibrida setelah pemberian imbuhan tepung daun kelor. Catatan: pewarnaan HE, perbesaran 4 $\times$ 10. Vili (V), kelenjar Lieberkuhn (KL), muskularis mukosa (MM), tunika submukosa (TSM), tunika muskularis (TM), tunika serosa (TS), PP (*peyer patches*), L (lumen). (*Histological structure ileum of the hybrid ducks after fed addition of Moringa leaf meal. Notes: HE staining, magnification 4 $\times$ 10*).



Gambar 2. Mikoanatomy vili ileum itik hibrida setelah pemberian imbuhan pakan tepung daun kelor. Catatan: pewarnaan HE, perbesaran 10×10. Vili (V), kelenjar Lieberkuhn (KL), muskularis mukosa (MM), tunika submukosa (TSM), tunika muskularis (TM), tunika serosa (TS), PP (*peyer patches*), L (lumen). (*Histological structure villi ileum of the hybrid ducks after fed addition of Moringa leaf meal. Notes: HE staining, magnification 10×10*).

PEMBAHASAN

Pengaruh imbuhan tepung daun kelor pada karakteristik karkas

Pemberian imbuhan tepung daun kelor pada berbagai konsentrasi dalam penelitian ini tidak berpotensi meningkatkan bobot karkas dan bobot potongan karkas, walaupun tepung daun kelor mengandung berbagai nutrisi esensial namun tidak berdampak langsung pada deposisi material organik penyusun karkas. Potensi metabolisme pada semua kelompok perlakuan relatif sama sehingga menyebabkan deposisi bahan organik hasil metabolisme pada dada, sayap, punggung, otot, dan tulang tibia serta femur serupa dan tidak terjadi peningkatan ukuran dari masing-masing variabel yang diamati. Pemberian tepung daun kelor diduga tidak mengganggu proses pencernaan, absorpsi dan metabolisme nutrisi, serta deposisi materi organik di dalam otot dan tulang itik hibrida. Bobot karkas pada penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Pacris (2018) bahwa bobot karkas itik umur delapan minggu sebesar 53%–58,55%, dan bobot karkas hasil penelitian Lokapirnasari *et al.* (2022) mencapai 66–70%. Ikbal *et al.* (2024) menyatakan persentase bobot karkas dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu bangsa ternak, konsumsi pakan, umur ternak, jenis kelamin, dan bobot lemak abdominal.

Bobot potongan karkas seperti bobot dada, punggung, sayap, femur, dan tibia dalam penelitian ini serupa dengan temuan Kasiyati *et al.* (2022). Bagian tubuh itik mengalami pertumbuhan yang teratur, tetapi tidak tumbuh dalam satu kesatuan karena berbagai jaringan tubuh mengalami pertumbuhan dengan laju yang berbeda (Savitri *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil analisis proksimat (Tabel 1), imbuhan tepung daun kelor dalam pakan mengandung protein dan energi metabolis yang sesuai dengan standar itik pedaging (Lesson dan Summers, 2005). Peningkatan daya cerna protein dapat meningkatkan absorpsi dan metabolisme protein sehingga dapat meningkatkan sintesis protein otot yang menjadi bagian karkas.

Pengaruh tepung daun kelor pada bobot organ digestoria

Hasil pengukuran bobot organ digestoria sejalan dengan hasil penelitian Lestari *et al.* (2020), Kasiyati *et al.* (2022), Egbu (2023), dan Abdel *et al.* (2024), pada unggas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan tepung daun kelor sebesar 2,5–7,5% tidak memengaruhi fungsi dan kinerja dari masing-masing organ digestoria sehingga tidak mengubah bobot organ digestoria.

Kandungan nutrisi pakan sudah memenuhi standar konsumsi nutrisi pakan itik pedaging menurut Badan Standardisasi Nasional (2018). Pakan yang masuk ke dalam sistem digestoria dapat dicerna dengan baik oleh organ digestoria, nutrisi dapat diabsorpsi dan dimetabolisme oleh semua sel tubuh untuk pertumbuhan dan pemeliharaan. Semua proses fisiologis berjalan normal, serta diduga tidak adanya komponen toksik pada imbuhan tepung daun kelor menyebabkan organ digestoria dapat mempertahankan bobot definitif. Teme *et al.* (2019) menyatakan bahwa bobot organ digestoria dipengaruhi oleh jenis kelamin, genetik ternak, umur, lingkungan, dan nutrisi pakan. Penelitian ini menggunakan hewan uji dengan strain dan jenis kelamin yang sama, yaitu itik hibrida jantan berumur delapan minggu yang dipelihara pada kandang yang sama dengan pemberian nutrisi yang sama sehingga pada penelitian ini faktor-faktor tersebut tidak memengaruhi bobot organ digestoria. Kusmayadi *et al.* (2019) menjelaskan bahwa kandungan nutrisi yang relatif sama tidak menyebabkan perbedaan pada fungsi dan kinerja organ pencernaan.

Bobot organ ventrikulus dan *intestinum tenue* berada pada kisaran normal. Abdel *et al.* (2024) menyatakan bobot ventrikulus normal pada itik berkisar antara 2,62–2,71%, sedangkan Kusmayadi *et al.* (2019) menemukan bobot *intestinum tenue* sebesar 2,52–3,19%. Kandungan serat kasar pakan hasil uji sebesar 3,43–4,26% berada di bawah batas maksimal (6%) untuk itik hibrida sehingga tidak memberatkan kerja ventrikulus dan *intestinum tenue*. Svihus (2014) menyebutkan ventrikulus berperan dalam memecah pakan secara mekanik melalui dinding otot yang tebal, sedangkan *intestinum tenue* merupakan organ tempat pencernaan enzimatik dan penyerapan nutrisi. Has *et al.* (2014) menyebutkan bahwa otot ventrikulus akan lebih aktif berkontraksi sebagai bentuk respons dari perlakuan pakan tinggi serat kasar yang dapat menyebabkan peningkatan bobot organ. Purba dan Prasetyo (2014) melaporkan bahwa pakan berserat tinggi dapat menurunkan pencernaan pakan dan membebani kerja usus halus khususnya ileum. Kadar serat kasar normal dalam pakan tidak memengaruhi kerja ventrikulus dan *intestinum tenue* sehingga tidak menyebabkan perubahan bobot organ.

Asupan protein yang cukup diduga menyebabkan proventrikulus dapat bekerja secara normal tanpa adanya perubahan bobot organ. Bobot proventrikulus yang dihasilkan termasuk dalam kisaran normal, yaitu 0,4–0,6% dari bobot potong (Kusmayadi *et al.*, 2019). Konsumsi protein harus sesuai dengan kebutuhan itik agar dapat dimanfaatkan dengan baik dan tidak terbuang percuma bersama ekskreta. Saraswati (2018) menyebutkan bahwa protein kasar berfungsi untuk kebutuhan hidup pokok, pertumbuhan, mengganti sel-sel yang rusak, dan sekresi enzim pencernaan. Svihus (2014) menyatakan proventrikulus merupakan lambung kelenjar tempat terjadinya pencernaan kimiawi protein akibat sekresi asam hidroklorik dan enzim pepsin. Protein akan diubah menjadi bentuk peptida yang lebih kecil sebelum nantinya masuk ke dalam ventrikulus.

Bobot hepar yang dihasilkan pada penelitian ini lebih rendah dari penelitian Abdel *et al.* (2024). Bobot hepar penelitian relatif sama antara kelompok kontrol dengan perlakuan imbuhan tepung daun kelor diduga karena nutrisi yang diberikan dalam pakan sesuai dengan umur pemeliharaan itik. Sjoefjan *et al.* (2020) menjelaskan bahwa bobot hepar dipengaruhi oleh faktor genetik, jenis kelamin, bobot tubuh, dan pakan yang diberikan. Djaelani *et al.* (2024) mengemukakan senyawa bioaktif pada tepung daun kelor tidak bersifat toksik terhadap perkembangan hepar sehingga tidak memengaruhi bobot hepar. Kandungan lemak kasar pada tepung daun kelor juga relatif rendah sehingga tidak menyebabkan peningkatan produksi garam empedu di dalam hepar. Kusmayadi *et al.* (2019) menjelaskan bahwa hepar merupakan kelenjar pencernaan terbesar yang berfungsi dalam detoksifikasi racun dan mensekresikan garam empedu untuk mengemulsi lemak.

Fungsi hepar dapat terganggu jika sel-sel hepar mengalami kerusakan akibat terlalu banyak paparan radikal bebas. Radikal bebas dalam hepar dapat dihasilkan dari proses metabolisme normal. Proteksi terhadap radikal bebas mampu melindungi hepar dari kerusakan sehingga hepar dapat bekerja normal dan bobot organ tidak berubah. Yang *et al.* (2023) menjelaskan bahwa tepung daun kelor berpotensi sebagai antioksidan eksogen karena mengandung flavonoid, alkaloid, fenol, vitamin A, C, E, dan selenium. Penelitian Febriana *et al.* (2023) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pada tepung daun kelor memiliki nilai IC₅₀ sebesar 1,289 mg/mL atau setara dengan 1,289 ppm. Nilai aktivitas antioksidan dalam tepung daun kelor dikategorikan rendah namun masih berpotensi

sebagai antioksidan. Kasiyati *et al.* (2022) menambahkan bahwa aktivitas antioksidan tepung daun kelor mampu melindungi organ viscera dari stres oksidatif akibat paparan radikal bebas berlebih sehingga organ dapat bekerja optimal tanpa diikuti penambahan bobot.

Peran antioksidan memberi perlindungan yang sama pada semua organ digestoria, tak terkecuali pankreas. Hasil analisis menunjukkan imbuhan tepung daun kelor tidak memberi pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap bobot organ pankreas. Hasil penelitian ini selaras dengan temuan Lestari *et al.* (2020) dan Kasiyati *et al.* (2022) bahwa persentase bobot pankreas berkisar antara 0,31–0,33%. Bobot pankreas yang dihasilkan masih tergolong normal sesuai dengan penelitian Kusmayadi *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa bobot pankreas normal unggas sekitar 0,25%–0,40%. Svihus (2014) menjelaskan bahwa pankreas merupakan kelenjar pencernaan yang mensekresikan enzim-enzim ke dalam *intestinum tenue*. Enzim tersebut digunakan untuk mencerna karbohidrat, protein, dan lemak. Pertambahan bobot pankreas dapat terjadi sebagai bentuk adaptasi untuk mencukupi kebutuhan enzim pencernaan yang meningkat akibat kadar nutrisi yang berlebih. Penelitian ini menunjukkan ketersediaan nutrisi pakan yang sesuai dengan standar tidak menyebabkan peningkatan bobot organ pankreas dan bobot organ digestoria lainnya.

Kandungan senyawa bioaktif pada tepung daun kelor yang bersifat antinutritif adalah tanin dan saponin (Lestari *et al.* 2020). Tepung daun kelor mengandung 9,36% tanin. Tanin dapat menjadi inhibitor enzim pencernaan sehingga mengganggu proses metabolisme nutrisi di dalam tubuh. Sifat antinutritif pada tanin menyebabkan penurunan asupan nitrogen dan asam amino penting lainnya (Saputra *et al.*, 2020). Tanin dalam bentuk terhidrolisis mampu berikatan kuat dengan protein dan menyebabkan pengendapan sehingga protein tidak dapat diabsorpsi oleh sel enterosit pada *intestinum tenue* (Wicaksonodan Kalsum, 2023). Tepung daun kelor mengandung 3,9% saponin. Saponin dapat menurunkan permeabilitas sel mukosa pada usus halus sehingga mengganggu absorpsi nutrisi (Nurkhasanah, 2023). Tanin dan saponin akan mengalami detoksifikasi di dalam hepar sebelum diedarkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Sisa proses metabolisme tanin dan saponin sebagian akan dikeluarkan dari saluran pencernaan bersama feses dan sebagian kecil yang berhasil diabsorpsi oleh sel-sel epitel usus halus (Windoro *et al.*, 2020).

Pengaruh tepung daun kelor pada histomorfometri ileum

Penambahan tepung daun kelor dengan konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5% tidak mengubah histomorfometri ileum yang diukur, kecuali pada diameter *peyer patches*. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian Egbu (2023). Komposisi bahan pakan dan kandungan nutrisi yang relatif sama antara perlakuan dan kontrol (Tabel 1) diduga menyebabkan ileum bekerja dalam kondisi yang sama sehingga tidak terjadi perubahan struktur histologi. Hasil penelitian ini mendukung pernyataan Mushawwir *et al.* (2019) bahwa struktur histologi saluran pencernaan dipengaruhi oleh kebiasaan makan, jenis dan nutrisi pakan. Nkukwana *et al.* (2015) menjelaskan ileum memainkan peran penting dalam absorpsi nutrisi, air dan mineral serta fermentasi serat kasar. Nutrisi yang masuk dapat diabsorpsi dengan optimal oleh vili ileum tanpa menyebabkan perubahan struktur histologi ileum.

Lapisan-lapisan histologi ileum pada setiap perlakuan menunjukkan struktur normal dan ukuran relatif sama. Qureshi *et al.* (2017) menyebutkan bahwa bagian terluar dari ileum adalah tunika serosa yang berfungsi untuk menopang dan mempertahankan posisi ileum. Reston *et al.* (2023) menambahkan tunika serosa ileum ditunjukkan sebagai lapisan tipis yang tersusun atas jaringan ikat longgar, pembuluh darah, sel adiposa, dan epitel pipih selapis yang biasanya disebut dengan mesotelium. Lapisan tunika submukosa juga menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan. Teme *et al.* (2019) menjelaskan bahwa tunika submukosa berfungsi untuk membantu dalam pergerakan dan menyokong tunika mukosa serta memberi percabangan saraf, pembuluh darah dan pembuluh limfe ke dalam tunika mukosa. Lapisan yang berlekatan dengan tunika submukosa adalah tunika muskularis mukosa. Reston *et al.* (2023) menyatakan bahwa tunika muskularis mukosa merupakan lapisan yang terbentuk dari selapis otot polos yang tersusun secara longitudinal, memisahkan lamina propria dan submukosa yang berada di bawahnya. Khan *et al.* (2017) menambahkan bahwa muskularis mukosa memiliki peranan penting dalam mengangkut nutrisi ke pembuluh darah,

mengatur pengeluaran sekret ke dalam lumen dan membantu pergerakan mukosa. Ciri-ciri dari ketiga lapisan tersebut sesuai dengan gambar hasil pengamatan struktur histologi ileum yang mengartikan bahwa perkembangan ketiga lapisan tersebut berlangsung normal. Tepung daun kelor tidak memberikan dampak terhadap perkembangan tunika serosa, tunika submukosa, dan tunika muskularis mukosa.

Tunika muskularis eksterna pada perlakuan tepung daun kelor menunjukkan struktur lebih tebal dibandingkan kontrol meskipun secara statistik tidak berbeda. Fakta ini diduga disebabkan oleh peran antioksidan pada tepung daun kelor. Egbu (2023) menyebutkan bahwa tepung daun kelor kaya akan flavonoid, vitamin E, dan fenol berperan sebagai antioksidan yang dapat melindungi membran otot dan mencegah radikal bebas. Antioksidan mampu merangsang proliferasi sel-sel otot pada tunika muskularis. Reston *et al.* (2023) menyatakan bahwa tunika muskularis eksterna pada ileum itik tersusun atas dua lapisan otot polos yaitu otot sirkuler dan otot longitudinal, kontraksi keduanya menghasilkan gerakan peristaltik usus yang mengatur pergerakan digesta dari ileum menuju usus besar.

Hasil pengamatan struktur histologi vili pada penelitian ini sesuai dengan penelitian Egbu (2023) dan Maqsood *et al.* (2024) bahwa vili yang diberi suplemen tepung daun kelor menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hasil pengukuran vili tergolong normal, sebagaimana penelitian Fitroh *et al.* (2019) yang memperlihatkan bahwa rata-rata tinggi vili itik hibrida adalah 574,30 μm . Peningkatan tinggi vili ileum pada itik dimulai pada minggu pertama dan berkembang optimal saat memasuki minggu keempat (Qureshi *et al.*, 2017). Kandungan serat kasar pada batas yang dipersyaratkan untuk itik berpengaruh pada kelancaran laju aliran pakan yang dicerna dari usus halus sehingga meningkatkan panjang vili. Ncube *et al.* (2017) menyatakan pertambahan ukuran tinggi vili menunjukkan adanya sistem transportasi nutrisi berjalan dengan baik di dalam tubuh unggas. Komponen fitokimia tepung daun kelor mampu melindungi sel epitel usus dari kerusakan akibat radikal bebas sehingga dapat meningkatkan kapasitas penyerapan nutrisi dalam usus. Hasil penelitian Febriana *et al.* (2023) menunjukkan bahwa flavonoid dan vitamin E pada tepung daun kelor dapat berperan sebagai antioksidan. Irianti *et al.* (2017) menyebutkan bahwa antioksidan dapat menangkal radikal bebas penyebab kerusakan sel dengan cara menghambat reaksi oksidasi, menampung radikal hidroksi dan superoksida, serta menghambat peroksidasi lipid. Maqsood *et al.* (2024) menyatakan kondisi vili yang terbebas dari radikal bebas menyebabkan vili dapat memperluas daerah penyerapannya dengan merangsang proliferasi sel-sel epitel penyusun vili. Abdel *et al.* (2024) menambahkan bahwa proliferasi sel epitel berlangsung melalui mitosis terus-menerus sehingga dihasilkan sel epitel baru dan enterosit yang akan menggantikan sel epitel vili yang mengalami kerusakan. Tarko *et al.* (2013) menjelaskan flavonoid akan terdegradasi menjadi unit-unit sederhana dengan bantuan mikroflora di dalam ileum dan usus besar. Hasil akhir degradasi flavonoid selanjutnya dibawa sistem sirkulasi darah menuju ke hati untuk disekresikan bersama empedu dan kembali ke usus.

Hasil pengukuran kelenjar Lieberkuhn tergolong normal karena tidak berbeda jauh dengan penelitian Kurniawan *et al.* (2016) yang menunjukkan hasil 137,52 μm . Pengamatan struktur histologi kelenjar Lieberkuhn juga tidak menunjukkan adanya kerusakan dan sesuai dengan ciri-ciri yang dijelaskan oleh Reston *et al.* (2023) bahwa kelenjar Lieberkuhn berbentuk bulat, oval, atau memanjang, dan bagian tengah membentuk lumen sempit. Pengamatan struktur histologi memperlihatkan adanya perbedaan kedalaman kelenjar Lieberkuhn antara kontrol dan perlakuan meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Kelompok perlakuan tepung daun kelor memiliki kelenjar Lieberkuhn lebih panjang dibandingkan kelompok kontrol, hal ini selaras dengan peningkatan ukuran vili. Hasil penelitian ini mendukung penelitian Yang *et al.* (2023) bahwa kedalaman kelenjar Lieberkuhn pada kelompok perlakuan tepung daun kelor secara signifikan lebih tinggi daripada kelompok kontrol. Svihus (2014) menambahkan bahwa kedalaman kelenjar Lieberkuhn menunjukkan kecepatan perbaikan jaringan vili saat terjadi pengelupasan, peradangan, ataupun keberadaan racun yang diproduksi oleh patogen. Egbu (2023) menyatakan bahwa vitamin A pada tepung daun kelor mampu merangsang sistem pertahanan mekanis usus dengan pembentukan sel goblet pada kelenjar Lieberkuhn yang menghasilkan mukus untuk melindungi dan melumasi

permukaan sel usus. Penggunaan tepung daun kelor diduga mampu berperan sebagai antimikroba. Mendoza *et al.* (2021) menambahkan bahwa susunan monosakarida rantai pendek pada tepung daun kelor berperan dalam membawa bakteri patogen keluar dari saluran pencernaan sehingga meningkatkan pertumbuhan mikroflora di dalam usus. Fitroh *et al.* (2019) menyebutkan bahwa bertambahnya kedalaman kript Lieberkuhn menunjukkan kondisi unggas bebas dari mikroba patogen sehingga kript Lieberkuhn mampu bertumbuh dengan optimal.

Hasil pengukuran diameter *peyer patches* memperlihatkan kelompok perlakuan imbuhan tepung daun kelor memiliki ukuran yang lebih tinggi. Hasil yang sama juga terlihat dari pengamatan struktur histologi ileum. Artinya, penambahan diameter *peyer patches* dipengaruhi oleh kandungan fitokimia tepung daun kelor. Peningkatan ukuran diameter *peyer patches* diduga karena kandungan antioksidan pada tepung daun kelor yang berasal dari vitamin C dan E, serta senyawa fitokimia flavonoid, fenol, dan alkaloid mampu merangsang proliferasi sel-sel penyusun *peyer patches*. Maqsood *et al.* (2024) menjelaskan *peyer patches* merupakan kumpulan nodulus limfatikus yang ditemukan pada ileum dan bertindak sebagai sistem imunitas usus. Park *et al.* (2023) menyebutkan bahwa *peyer patches* tersusun atas sel M, sel B, sel T, dan makrofag. Dienye dan Olumuji (2014) menambahkan bahwa kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, tanin pada tepung daun kelor berperan sebagai imunostimulan karena mampu mengaktifkan sel makrofag untuk menyerang bakteri patogen sehingga ukuran *peyer patches* menjadi lebih lebar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pemberian imbuhan tepung daun kelor tidak memberikan dampak buruk pada karakteristik karkas, bobot organ digestoria, dan histomorfometri ileum sehingga mendukung produktivitas yang berkelanjutan. Imbuhan tepung daun kelor dapat diaplikasikan pada itik karena dapat meningkatkan sistem imun pada saluran pencernaan ditandai dengan peningkatan diameter *peyer patches*. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan mengukur bioavailabilitas tepung daun kelor untuk menentukan tingkat penyerapan senyawa fitokimia tepung daun kelor di dalam saluran pencernaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh dana PNPB Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, dengan nomor kontrak 622/UN7.5.2/HK/2022.

KONTRIBUSI PENULIS

SA dan SAR: Melaksanakan dan mengumpulkan data penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir; MAD: Merevisi naskah akhir dan olah data; S: Membuat kosep penelitian dan sampling; K: Menyusun konsep penelitian, olah data, merevisi dan mengedit naskah akhir.

REFERENSI

- Abdel, G.S., Ahmed, A.M. and Eldeeb F. A., 2024. Impact of supplementing duck diets with moringa (*Moringa oleifera*) leaves. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 14(1), pp. 187–192.
- Adedokun, S.A. and Olojede, O.C., 2019. Optimizing gastrointestinal integrity in poultry: the role of nutrients and feed additives. *Frontiers in Veterinary Sciences*, 5(348), pp. 1–11.
- Alagawany, M.E. and Abd El-Hack, M.E., 2021. *Natural feed additives used in the poultry industry*. Bentham Science Publishers. Singapore.
- Azis, R., Priyanti, N.A., Wahyuni, S., Pahlevi, R.M. and Yuliadi, P., 2024. Development of a super hybrid duck cultivation and breeding business using energy efficient hatching machines in Blitar Regency. *International Journal of Asia Pacific Community Service*. 1(1), pp. 24–30.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2016. SNI 99002: 2016. *Pemotongan halal pada unggas*. BSN. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2018. SNI 8508: 2018. *Pakan itik pedaging penggemukan*. BSN. Jakarta.

- Bancroft, J.D. and Gamble, M., 2011. *Theory and practice of histological techniques*. 6th Ed. Elsevier. China.
- Berawi, K.N., Wahyudo, R., dan Pratama, A.A., 2019. Potensi terapi *Moringa oleifera* (Kelor) pada penyakit degeneratif. *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*, 3(1), pp. 210–214.
- Castillo, L.R.I., Potillo, L.J.J., Leon, F.J., Gutierrez, D.R., Angulo, D.R., Muy-Rangel, M.D. and Heredia, J.B., 2018. Inclusion of *Moringa* leaf powder (*Moringa oleifera*) in fodder for feeding Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Journal of Poultry Science*, 20(1), pp. 15–26.
- Dienye, H.E. and Olumuji, O.K., 2014. Growth performance and haematological responses of african mud catfish *Clarias gariepinus* fed dietary levels of *Moringa oleifera* leaf meal. *Journal of Agricultural Science*, 1(2), pp. 79–88.
- Djaelani, M.A., Jatmiko, A.B., Sunarno. dan Kasiyati., 2024. Histomorfometri hepar ayam petelur jantan (*Gallus gallus domesticus* L.) setelah pemberian tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) sebagai imbuhan pakan. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 9(1), pp. 57–65.
- Egbu, C.F. 2023. Effect of *Moringa oleifera* extracts on physiological and meat quality responses of broiler chickens. *Doctoral dissertation*, North-West University. South Africa.
- Febriana, W., Suprihatin, T. and Kasiyati., 2023. Influence of *Moringa* leaf meal as a feed additive on antibody and bursa histomorphometry of hybrid ducklings. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 28(4), pp. 251–258.
- Fitroh, B.A., Hakim, A., dan 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), pp. 1–8.
- Has, H., Napirah, A. dan Indi, A. 2014. Efek peningkatan serat kasar dengan penggunaan daun murbei dalam ransum broiler terhadap persentase bobot saluran pencernaan. *JITRO*, 1(1), pp. 63–69.
- Irianti, T.T., Sugiyanto., Nuranto, S. dan Kuswandi., 2017., *Antioksidan*. UGM Press. Yogyakarta.
- Ikbal, M., Semaun, R., Novieta, I.D. dan Fitriani, F., 2024. Pengaruh penambahan tepung kulit kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada pakan terhadap berat karkas dan persentase karkas burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). *Anoa: Journal of Animal Husbandry*, 3(1), pp. 10–16.
- Kasiyati., Damayanti, T. dan Djaelani, M.A., 2022. Dampak fotoperiode dan suplementasi tepung daun kelor pada karakteristik karkas dan morfometri organ viscera itik peking. *Jurnal Veteriner*, 23(2), pp. 175–185.
- Khaleel, I.M and Atiea, G.D., 2017. Morphological and histochemical study of small intestine in indigenous ducks (*Anas platyrhynchos*). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 10(7), pp. 19–27.
- Khan, I., Zaneb, H., Masood, S., Yousaf, M.S., Rehman, H.F. and Rehman, H., 2017. Effect of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation on growth performance and intestinal morphology in broiler chickens. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr*, 101(2), pp. 114–121.
- Kurniawan, D., Widodo, E. and Djunaedi, I.H., 2016. Effect of noni fruit (*Morinda citrifolia*) powder as feed additive on intestinal microflora and vili characteristics of hybrid duck. *Buletin Peternakan*, 40(1), pp. 33–38.
- Kusmayadi, A., Prayitno, C.H., dan Rahayu, N., 2019. Persentase organ dalam itik cihateup yang diberi ransum mengandung kombinasi tepung kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L) dan tepung kunyit (*Curcuma domestica* V). *Jurnal Peternakan Nusantara*, 5(1), pp. 1–12.
- Leeson, S. and Summers, J.D., 2005. *Commercial poultry nutrition*. 3rd Ed. Nottingham University Press. England.
- Lestari, E., Sunarno., Kasiyati., dan Djaelani, M.A., 2020. Efek bahan aditif tepung kelor terhadap biomassa organ viscera ayam petelur jantan. *Media Bina Ilmiah*, 14(9), pp. 215–3230.
- Lokapirnasari, W.P., Agustono, B., Arif, M.A.A., Maslachah, L., Chandra, E.H. and Yuliato, A.B., 2022. Effect of probiotic and *Moringa oleifera* extract on performance, carcass yield, and mortality of peking duck. *Veterinary World*, 15(3), pp. 694–700.

- Mahfuz, S. and Piao, X.S., 2019. Application of moringa (*Moringa oleifera*) as natural feed supplement in poultry diets. *Animals*, 9(431), pp. 2–19. Doi:10.3390/ani9070431.
- Maqsood, S., Naz, S., Sikandar, A., Arooj, S., Alrefaei, A.F. and Israr, M., 2024. Additive effect of *moringa oleifera* leaf meal and pomegranate (*Punica granatum*) peel powder on productive performance, carcass attributes and histological morphology of ileum in Japanese quails. *Journal of Applied Animal Research*, 52(1), pp. 1–7.
- Mendoza, Y.M., Villarreal, K.D.L., Martínez, C.A.H., Tovar, L.E.R., Coronado, A.C.H., Domínguez, A.S., Hume, M.E. and Zamora, G.M., 2021. Effect of Moringa leaf powder and agave inulin on performance, intestinal morphology, and meat yield of broiler chickens. *Poultry Science*, 100, pp. 738–745.
- Mushawwir, A., Suwarno, N., Yulianti, A.A. dan Permana, R., 2019. Dampak pemberian minyak atsiri bawang putih terhadap histologi ileum itik cihateup fase pertumbuhan yang di pelihara secara ekstensif. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 8(2), pp. 35–44.
- Ncube, S., Halimani, T.E., Mwale, M. and Saidi, P.T., 2017. Effect of *Acacia angustissima* leaf meal on the physiology of broiler intestines. *Journal of Agricultural Science*, 9(2), pp. 53–57.
- Nkukwana, T.T., Muchenje, V., Masika, P.J. and Mushonga, B., 2015. Intestinal morphology, digestive organ size and digesta pH of broiler chickens fed diets supplemented with or without *Moringa oleifera* leaf meal. *South African Journal of Animal Science*, 45, pp. 363–370.
- Nurkhasanah, T.A. dan Dhurhanian, C.E., 2023. Analisis kadar saponin pada ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) secara gravimetri. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 6(2), pp. 300–309.
- Pacris, F.A.Jr., 2018. Carcass yield and meat quality of Pekin duck (*Anas platyrhynchos* F) fed with *Moringa oleifera* leaf meal as soybean oil meal substitute under mixed orchard farming system. *JBES*, 13(2), pp. 358–366.
- Park, J.I., Cho, S.W., Kang, J.H. and Park, T.E., 2023. Intestinal peyer's patches: structure, function, and in vitro modeling. *Tissue Eng Regen Med*, 20(3), pp. 341–353.
- Pramestya, N.R., Hidayah, S., Lamid, M. dan Soepranionondo, K., 2021. Penambahan fermentasi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap konsumsi pakan, berat telur dan *feed conversion Ratio* (FCR) itik petelur. *Jurnal Medik Veteriner*, 4(1), pp. 78–83.
- Purba, M. dan Prasetyo, L.H., 2014. Respons pertumbuhan dan produksi karkas itik pedaging epmp terhadap perbedaan kandungan serat kasar dan protein dalam pakan. *JITV*, 19(3), pp. 220–230.
- Qureshi, A.S., Faisal, T., Saleemi, M.K. and Ali, M.Z. 2017. Histological and histometric alterations in the digestive tract and accessory glands of duck (*Anas platyrhynchos*) with sex and progressive age. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(5), pp. 1528–1533.
- Reston, U., Suatha, I.K., Heryani, L.G.S.S. dan Setiasih, N.L.E., 2023. Gambaran struktur dan morfometri usus halus itik bali pada umur berbeda. *Buletin Veteriner Udayana Volume*, 15(1), pp. 95–105.
- Ridwan, M., Sari, R., Andika, R.D., Candra, A.A. dan Maradon, G.G. 2020. Usaha budidaya itik pedaging jenis hibrida dan Peking. *Jurnal Peternakan Terapan*, 1(1), pp. 8–10.
- Santoso, S., 2018. *Menguasai statistik dengan SPSS 25*. Gramedia. Jakarta.
- Saputra, A., Arfi, F. dan Yulian, M., 2020. Literature review: analisis fitokimia dan manfaat ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*). *Amina*, 2(3), pp. 114–119.
- Saraswati, T.R., 2018. *Pakan organik dan metabolisme pada puyuh*. Undip Press. Semarang.
- Savitri, A.F., Yuniwanti, E.Y.W. dan Isdadiyanto, S., 2016. Rasio otot-tulang pektoralis berbagai jenis itik lokal di Jawa Tengah. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 18(2), pp. 151–156.
- Sikandar, A., Zaneb, H., Younus, M., Masood, S., Aslam, A., Khattak, F., Ashraf, S., Yousaf, M.S. and Rehman, H., 2017. Effect of sodium butyrate on performance, immune status, microarchitecture of small intestinal mucosa and lymphoid organs in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(5), pp. 690–699.
- Sjofjan, O., Adli, D.N. dan Muflikhien, F.A., 2020. Konsep bahan pakan pengganti bekatul dalam pakan itik hibrida dengan tepung bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) terhadap peningkatan

- persentase karkas, organ dalam, dan lemak abdominal. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2(2), pp. 78–85.
- Suci, D.M., 2013. *Pakan itik pedaging dan petelur*. Penebar Swadaya Grup. Jakarta.
- Svihus, B., 2014. Function of the digestive system. *Journal of Applied Poultry Science*, 23, pp. 306–314.
- Syarifuddin, N.A. 2017. *Daun kelor sebagai pakan ternak*. Unhas Press. Makassar.
- Tang, J., Zhang, B., Liang, S., Wu, Y., Feng, Y., Guo, Z., Xing, G., Jiao, J., Zhou, Z., Xie, M, and Hou, S., 2020. Effect of pantothenic acid on growth performance and antioxidant status of growing male white Pekin ducks. *Poultry Science*, 99(9), pp. 4436–4441.
- Tarko, T., Duda-Chodak, A. and Zajac, N., 2013. Digestion and absorption of phenolic compounds assessed by in vitro simulation methods. A review. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 64(2), pp.79–84.
- Teme, A.B.Y., Selan, Y.N. dan Amalo, F.A., 2019. Gambaran anatomi dan histologi esofagus dan proventrikulus pada ayam hutan merah (*Gallus gallus*) asal Pulau Timor. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 2(2), pp.85–103.
- Ulupi, N., Nuraini, H., Parulian, J. dan Kusuma, Q.S., 2018. Karakteristik karkas dan non karkas ayam broiler jantan dan betina pada umur pemotongan 30 hari. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 6(1), pp. 1–5.
- Wicaksono, W.S. dan Kalsum, U., 2023. Efektivitas daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai *feed additive* pakan unggas. *Dinamika Rekasatwa: Jurnal Ilmiah (e-Journal)*, 6(1), pp.115–122.
- Windoro, D.P.J., Kasiyati., Djaelani, M.A. dan Sunarno., 2020. Pengaruh imbuhan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) pada pakan terhadap bobot beberapa organ dalam dan lemak abdominal itik Pengging (*Anas platyrhynchos*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 5(2), pp. 109–118.
- Yang, S.L., Yang, R.C., Zhou, X., Yang, S.H., Liao, F.Y., Yao, B.N., Zhu, B.G. and Pongchan, N.L., 2023. Effects of dietary supplementation of flavonoids from moringa leaves on growth and laying performance, immunological and antioxidant activities in laying ducks. *Journal of Applied Poultry Research*, 32(100318), pp. 1–10. Doi:10.1016/j.jpar.2022.100318.