



EFEK TEPUNG DAUN *Moringa oleifera* TERHADAP STRUKTUR MIKROANATOMI
DUODENUM ITIK PENGGING

Oleh

Laili Fitria Zulfa¹⁾, Sunarno²⁾, Kasiyati³⁾ & Muhammad Anwar Djaelani⁴⁾

^{1,2,3,4}Departemen Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

Email: ¹laili.fitriazulfa@gmail.com, ²sunzen07@gmail.com, ³atie_bd@yahoo.co.id &
⁴muhhammadanwardjaelani@rocketmail.com

Abstrak

Kelor merupakan tanaman tropis yang dapat digunakan sebagai imbuhan pakan pada unggas. Daun tanaman ini mengandung serat yang bermanfaat untuk menunjang pencernaan, absorpsi, metabolisme dan produktivitas unggas. Penggunaan tepung daun kelor dalam konsentrasi yang tepat dapat mengefektifkan pencernaan, absorpsi, dan memperbaiki struktur duodenum usus halus, dan begitupula sebaliknya. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh tepung daun kelor dalam pakan terhadap diameter lumen dan villi, serta tebal lapisan epitel dan muskuler duodenum usus halus pada itik Pengging. Penelitian ini didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan meliputi kontrol, perlakuan penambahan tepung daun kelor dalam pakan basal dengan konsentrasi, berturut-turut 2,5; 5; 7,5; dan 10%. Parameter yang diukur meliputi diameter lumen dan villi, serta tebal lapisan epitel dan muskuler duodenum. Data hasil pengamatan dianalisis dengan ANOVA dengan signifikansi 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung daun kelor dalam pakan tidak berpengaruh nyata terhadap diameter lumen dan villi, serta tebal lapisan epitel dan muskuler duodenum ($P > 0,05$) pada itik Pengging. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa serat pakan dalam tepung daun kelor dengan konsentrasi 2,5-10% tidak dapat meningkatkan diameter lumen, tinggi villi, tebal lapisan epitel, dan tebal lapisan muskularis pada duodenum itik Pengging.

Kata Kunci: Kelor, Serat, Pakan Basal, Duodenum & Itik Pengging

PENDAHULUAN

Itik Pengging merupakan salah satu itik petelur dengan ditunjang oleh nutrien yang tidak terlepas dari proses penguraian di dalam traktus digestivus. Traktus digestivus itik terdiri dari *cavum oris*, esofagus, *crop*, *proventrikulus*, *ventrikulus*, *intestinum* dan kloaka. Proses digesti pada traktus digestivus berfungsi untuk mengubah nutrien dari karbohidrat menjadi monosakarida, protein menjadi asam amino, dan mengubah lemak menjadi asam lemak dan griserol sehingga dapat digunakan dalam proses metabolisme [1].

Proses digesti pada itik dimulai dari *cavum oris*. Itik tidak memiliki gigi, pakan dalam bentuk biji akan ditelan dan akan dibantu oleh saliva. Saliva itik mengandung amilase sesuai dengan jenis pakan yang sebagian besar karbohidrat. Pakan selanjutnya akan masuk ke dalam esofagus yang berfungsi menyalurkan pakan dari *cavum*

oris ke *ingluvies*. Pakan kemudian masuk ke *proventrikulus* disekresikan oleh sekret lambung yang mengandung pepsin dan HCl. Pakan kemudian menuju *gizzard* terjadi pencernaan mekanik untuk menghancurkan pakan sebelum masuk ke *intestinum tenue*. Pakan yang telah dihancurkan selanjutnya masuk ke *intestinum tenue* [2]. Duodenum merupakan segmen awal dari *intestinum tenue* pada traktus digestivus yang melakukan fungsi terbesar dalam kontraksi segmentasi, sebagai respons terhadap peregangan lokal yang ditimbulkan oleh keberadaan pakan [3].

Kapasitas daya dukung proses digesti terhadap pakan yang diberikan dan absorpsi nutrien dapat mempengaruhi perubahan struktur mikroanatomi duodenum yaitu tebal lapisan epitel [4], tinggi villi [5], luas permukaan lumen [6] dan tebal lapisan muskular [7]. Perubahan struktur mikroanatomi duodenum dapat



disebabkan dari faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yaitu ukuran tubuh, jenis kelamin, umur, status kesehatan, status fisiologis [8], dan aktivitas mitotik sel punca [3]. Faktor eksternal yang juga berperan besar terhadap karakteristik fisik duodenum yaitu komposisi dan kualitas bahan pakan [9]. Penggunaan bahan pakan yang kaya serat dapat digunakan sebagai alternatif suplemen pakan untuk memperbaiki proses pencernaan dan absorpsi nutrient serta struktur mikroanatomi duodenum. Salah satu bahan pakan yang memiliki kriteria tersebut adalah tanaman kelor.

Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) adalah tanaman yang banyak ditemui di daerah tropis dan subtropis yang memiliki peran penting terhadap pencernaan pakan pada itik karena berpotensi sebagai sumber serat pakan. Tepung daun kelor segar mengandung serat 7,92% dan daun kelor kering 12,62% [10]. Kebutuhan serat pakan itik maksimal pada umur diatas 24 minggu adalah 7,5% [11]. Kandungan serat yang berlebih dapat menurunkan daya cerna. Sebaliknya kekurangan serat juga menyebabkan gangguan struktural dan fisiologis duodenum [12]. Serat berdasarkan kelarutannya dalam air, yaitu serat terlarut (*soluble fiber*) dan serat tidak terlarut (*insoluble fiber*) [13]. Jenis serat pada tanaman kelor termasuk dalam serat *soluble fiber* dengan kandungan β -glukan [14], pektin dan oligosakarida [15]. *Soluble fiber* adalah jenis serat yang dapat larut dalam air yang akan berikatan dengan garam empedu membentuk senyawa kompleks, sehingga dapat menghambat digesti dan absorpsi karbohidrat dan lemak [16]. Mekanisme digesti dan absorpsi ini dapat mempengaruhi lama waktu transit di *intestinum* dengan terjadi kontak antara nutrien pakan dengan mukosa duodenum menjadi lebih lama [17].

Serat memiliki manfaat yaitu dapat membantu gerak peristaltik dan kontraksi segmentasi yang terbesar terjadi di duodenum dengan mencegah penggumpalan pakan, mempercepat laju digesti, dan memicu perkembangan struktural duodenum [18]. Mekanisme segmentasi yang terjadi adalah

kontraksi berbentuk cincin dari kontak langsung pakan dengan duodenum yang secara perlahan bergerak dari bagian atas ke bawah duodenum [3]. Aktivitas mendorong maju-mundur selama perjalanan, pencampuran secara merata dan penyerapan di lumen duodenum inilah yang dapat mempengaruhi perubahan struktur mikroanatomi duodenum.

Berdasarkan hal diatas, maka dilakukan penelitian mengenai penggunaan tepung daun kelor sebagai bahan pakan dan pengaruhnya terhadap struktur mikroanatomi duodenum itik Pengging. Mengingat untuk saat ini belum banyak peneliti yang melaporkan mengenai struktur mikroanatomi duodenum yang mengacu pada perbedaan diameter lumen, tinggi vili, tebal lapisan epitel, dan tebal lapisan muskular pada itik Pengging.

LANDASAN TEORI

Taksonomi Kelor (*Moringa oleifera*)

Kelor adalah tanaman yang tergolong dalam famili Moringaceae, dikenal dengan nama *moringa*, *drumstick* (dari bentuk rumah benihnya yang panjang dan ramping), *horseradish tree* dari bentuk akarnya yang mirip dengan tanaman *horseradish* [19]. Tanaman kelor memiliki ketinggian 7-10 m, berbatang kayu (*lignosus*), tegak berwarna putih kotor, kulit tipis, permukaan kasar, percabangan simpodial, arah cabang tegak atau miring, cenderung tumbuh lurus, dan memanjang [20]. Daun kelor memiliki ciri berupa majemuk, bertangkai panjang, tersusun berseling (*alternate*), beranak daun gasal (*imparipinnatus*), helai daun saat muda berwarna hijau muda [21], setelah dewasa berwarna hijau tua, bentuk helai daun bulat telur, tipis lemas, ujung dan pangkal tumpul (*obtusus*), tetapi berbentuk rata dengan susunan pertulangan menyirip, permukaan atas dan bawah halus [22].

Kelor dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah kecuali tanah berlempung berat dan menyukai pH tanah netral sampai sedikit asam. Tanaman kelor mentolerir berbagai kondisi lingkungan, sehingga mudah tumbuh meskipun dalam kondisi ekstrim [23]. Tanaman kelor dapat bertahan dalam musim kering yang panjang dan



tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan tahunan berkisar antara 250-1500 mm. Meskipun lebih tumbuh optimum pada tanah kering lempung berpasir atau lempung, tetapi tanaman kelor dapat hidup di tanah yang didominasi tanah liat. Secara umum, parameter lingkungan yang dibutuhkan tanaman kelor untuk tumbuh dengan baik adalah iklim tropis atau subtropis, ketinggian 0-2000 meter dpl, suhu 25-35°C, dan pH tanah 5-9 [22].

Tanaman kelor berasal dari dataran Subhimalaya, yaitu India, Pakistan, Bangladesh, dan Afghanistan [24]. Di Indonesia tanaman kelor tersebar di seluruh daerah, mulai dari Aceh sampai Meurauke. Tanaman kelor dikenal di berbagai daerah, seperti murong (Aceh), munggai (Sumatera Barat), kilor (Lampung), kelor (Jawa Barat dan Jawa Tengah), marongghi (Madura), kiloro (Bugis), parongge (Bima), kawona (Sumba), dan kelo (Ternate) [25].

Kandungan Serat dalam Daun Kelor

Tanaman kelor, terutama bagian daun telah banyak digunakan oleh masyarakat sebagai sumber serat dan juga sebagai pakan hewan termasuk ternak unggas. Kandungan serat daun kelor telah diyakini mempunyai peran besar terhadap kinerja, pertumbuhan, dan produktivitas itik, baik pedaging atau petelur. Hasil penelitian melaporkan, serat pakan dibagi menjadi dua macam yaitu serat yang bersifat larut dalam air (*soluble dietary fiber*) seperti pektin, beta glukana, dan oligosakarida dan serat yang tidak dapat larut dalam air (*insoluble dietary fiber*), seperti hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Serat yang bersifat larut dalam air akan berikatan dengan komponen penyusun garam empedu dan menjadi molekul kompleks di usus halus. Serat *insoluble* tidak dapat dicerna di usus halus dan akan mengalami pencernaan fermentatif, baik sebagian atau menyeluruh di usus besar (*intestinum krasum*) dengan bantuan enzim selulolitik [26]. Produk pencernaan fermentatif akan menghasilkan asam-asam lemak rantai pendek, seperti asam asetat, butirrat dan propionat yang diabsorpsi dan masuk ke dalam pembuluh limfe yang selanjutnya diedarkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Proses

pencernaan dan tingkat absorpsi serta penggunaan bahan baku metabolisme memberi pengaruh pada struktur duodenum usus halus [27].

Kebutuhan serat pakan itik maksimal pada umur di atas 24 minggu adalah 7,5% [11]. Kandungan serat yang berlebih dapat menurunkan daya cerna [12]. Kapasitas daya cerna serat dan nutrien dalam pakan dipengaruhi oleh luas permukaan epitel duodenum [4], diameter villi [5], luas permukaan lumen [6] dan tebal lapisan muskulus [7] pada *intestinum tenue*. Pemanfaatan tepung daun kelor dalam pakan belum banyak diterapkan pada unggas, khususnya pada itik. Tepung daun kelor pada pakan dengan konsentrasi 0%, 1%, 2%, 3% tidak berpengaruh nyata terhadap performa itik lokal [28]. Suplementasi daun kelor 2,5%-10% dapat memperbaiki profil reproduksi itik Pengging [27]. Penggunaan tepung daun kelor dalam pakan sampai 10% tidak memberikan efek negatif terhadap penampilan produksi ayam pedaging [29].

Struktur Duodenum Itik Pengging

Bagian pertama *intestinum tenue* adalah duodenum. Duodenum merupakan tabung berbentuk C yang dimulai dari sfingter pilorus lambung sampai *flexura duodenojejunalis*, yang dihubungkan dengan hepar oleh suatu *ligamentum hepatoduodenal*, yang merupakan bagian dari *omentum minus*, terikat pada jaringan *mesentrium* yang disebut *mesoduodenum* [30]. Duodenum berbentuk huruf U yang terbagi menjadi proksimal descenden dan distal ascenden [31]. Duodenum *intestinum tenue* memiliki struktur mikroanatomi yang terdiri atas empat lapisan yaitu mukosa, submukosa, muskularis, dan serosa [32].

Lapisan mukosa duodenum itik terdiri atas sel-sel epitel kolumnar sederhana, lamina propria, dan muskularis mukosa [33]. Mukosa duodenum membentuk kerutan-kerutan yang disebut *plicae circulares* [34]. Epitel yang menutupi villi dengan kripte Lieberkuhn yang terbuka di bagian pangkal villi. Sel-sel piala bertumpu pada membran basal di sekitar lumen. Lamina propria mengisi ruang membentuk inti



villi yang tersusun dari jaringan ikat longgar secara seluler dan terdapat limfosit yang berkumpul sebagai nodul limfatik [35]. Lapisan submukosa duodenum itik kurang berkembang, namun terdapat *meissner pleksus*, dan pembuluh darah yang muncul sebagai lapisan tipis, yang menghubungkan jaringan ikat mukosa muskularis dan muskularis eksterna [36]. Lapisan muskularis eksterna duodenum itik terdiri dari otot polos disusun menjadi dua lapisan, yaitu lapisan sirkular dalam dan lapisan longitudinal luar [37]. Lapisan muskularis eksterna duodenum itik berorientasi lapisan sirkular dalam yang tebal dan bagian lapisan longitudinal luar yang tipis, diantara keduanya terdapat *pleksus auerbach* [36]. Lebih lanjut dinyatakan bahwa lapisan serosa duodenum itik merupakan jaringan ikat longgar yang mengandung pembuluh darah, jaringan adiposa, dan ditutupi oleh mesothelium.

Pencernaan dan Absorpsi di Duodenum

Duodenum memiliki fungsi dalam proses pencernaan dan absorpsi pakan. Duodenum melanjutkan proses pencernaan pakan yang telah dilakukan oleh organ traktus digestivus sebelumnya. Proses pencernaan dalam duodenum terdiri atas pencernaan fase luminal dan membranous. Berbagai macam nutrisi yang dicerna, meliputi karbohidrat, protein, asam nukleat, dan lemak. Nutrien akan dicerna menjadi molekul yang lebih sederhana yang dibantu oleh enzim-enzim dari pankreas dan enterosit dalam duodenum [38].

Absorpsi adalah proses transportasi molekul sederhana melalui epitel *intestinum*, baik melalui transport pasif atau transport aktif. Transport pasif artinya proses transportasi molekul tersebut sederhana, cukup dengan difusi biasa, dan tidak memerlukan energi. Molekul-molekul yang dapat diabsorpsi dengan cara transport pasif adalah air, molekul kecil, molekul inorganik (K^+ , Na^+). Transport aktif yaitu dalam transportasi molekul tersebut diperlukan energi (ATP) dan sering kali perlu molekul pembawa dan molekul *co-transport*, untuk penyerapan glukosa dari lumen *intestinum* ke enterosit (epitel *intestinum*) perlu adanya

molekul protein pembawa dan *co-transport* natrium. Tanpa keberadaan dua molekul tersebut glukosa tidak dapat masuk ke epitel *intestinum*. Molekul-molekul yang diserap dengan cara ini adalah glukosa dan asam amino [39].

Mekanisme absorpsi dimulai dari nutrisi yang terakumulasi dalam lumen duodenum kemudian melewati dan menembus duodenum. Sebagian besar pencernaan dan hampir semua absorpsi nutrisi terjadi di dalam *intestinum tenue* [40]. Kontraksi dari otot polos dari mukosa muskularis pada *intestinum* membantu proses pencernaan dan absorpsi dengan cara mengaduk isi yang terdapat dalam *intestinum* dan memompakan cairan (ke dalam darah dan limfa). Glukosa diabsorpsi lebih cepat dari galaktosa, sedangkan galaktosa diabsorpsi lebih cepat dari fruktosa. Selama proses absorpsi, sel epitel mengalami peningkatan konsumsi oksigen dan aktivitas metabolik.

Nutrien yang dicerna di dalam duodenum mendapat penambahan sekret dari hati dan pankreas. Sekret dari hati ini akan disimpan dalam empedu dan diteruskan ke duodenum melalui saluran empedu. Sekret tersebut berupa garam empedu yang membantu pencernaan lemak yang terdapat dalam pakan. Adapun, sekret dari pankreas banyak mengandung berbagai enzim yang membantu pencernaan karbohidrat, lemak dan protein [41].

Proses absorpsi karbohidrat dimulai setelah pakan yang dihaluskan melalui *ingluvies* masuk duodenum, sehingga enzim pankreas dikeluarkan dari pankreas ke dalam duodenum. Garam empedu alkalis dalam waktu bersamaan dari hati yang disimpan dalam kantong empedu dikeluarkan ke dalam duodenum untuk membantu proses pencernaan. Pakan berupa karbohidrat yang terdapat di dalam *intestinum* akan dihidrolisis menjadi monosakarida oleh enzim-enzim pencernaan [42]. Saluran pencernaan itik memiliki ukuran pendek sehingga organisme pengurai mempunyai waktu lebih pendek dalam mengurai karbohidrat yang kompleks menjadi



karbohidrat sederhana berupa monosakarida [43].

Proses pencernaan protein pada itik dimulai dari *proventrikulus* sampai dengan *intestinum tenue*. Protein mengalami proses denaturasi sebelum dicerna oleh enzim protease yang terdapat disepanjang saluran pencernaan unggas. Kondisi *proventrikulus* dan *ventrikulus* bersifat asam. Kondisi asam ini disebabkan oleh HCl yang dihasilkan oleh sel mukosa *proventrikulus*. Enzim yang terdapat di *proventrikulus* dan *ventrikulus* adalah pepsinogen yang bersifat tidak aktif. Oleh pengaruh HCl, pepsinogen akan diaktifkan menjadi pepsin. Enzim pepsin akan menghidrolisis beberapa ikatan peptida menjadi rantai-rantai peptida kecil yang akan mengalami proses hidrolisis lebih lanjut dalam *intestinum tenue*. Ikatan peptida yang dipecah dengan proses hidrolisis akan bergerak menuju duodenum. Adapun protein yang terdapat di dalam duodenum akan dipecah oleh enzim tripsin yang dihasilkan oleh pankreas menjadi asam-asam amino. Asam amino dan glukosa akan melewati sel-sel absorbtif, memasuki pembuluh kapiler dan dibawa masuk ke dalam sistem sirkulasi sistemik [18].

Mekanisme absorpsi lemak dalam bentuk monogliserida, asam lemak dan kolesterol terjadi di dalam *intestinum tenue*. Produk pencernaan ini akan bersatu dengan asam empedu membentuk misel. Asam empedu akan bergabung dengan komponen asam lemak sehingga lemak dapat melewati media air dan siap diabsorpsi di *intestinum tenue*. Absorpsi lemak terjadi melalui permukaan yeyenum. Lemak akan dipecah menjadi asam lemak dan gliserol. Gliserol ini akan diangkut ke vena porta menuju ke hati dan dimetabolisme sebagai sumber energi cadangan. Asam lemak akan dibentuk menjadi trigliserida, kemudian bersama-sama dengan kolesterol dan fosfolipid akan bergabung dengan protein membentuk kilomikron. Molekul ini akan dikeluarkan dari dalam sel pada jaringan epitel mukosa yang terdapat dalam *intestinum tenue*, untuk selanjutnya ditransport ke dalam sistem limfe,

<http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>

Open Journal Systems

masuk ke sistem sirkulasi darah, dan menuju sel target [44].

Proses absorpsi nutrien terjadi di *intestinum tenue* yang dilakukan oleh sel-sel epitel kolumnar silindris yang terdapat pada villi. Selain sel absorpsi, di dalam vili ini terdapat pembuluh darah, pembuluh kil (limfa), dan sel goblet. Sel-sel goblet terletak terselip diantara sel-sel absorpsi, jumlahnya lebih sedikit dan semakin bertambah pada bagian ileum duodenum. Sel goblet menghasilkan glikoprotein asam yang berfungsi melindungi dan melumasi mukosa pembatas usus halus. Asam amino dan glukosa diabsorpsi oleh sel-sel absorpsi pada vili dan diangkut oleh darah menuju hati melalui sistem vena porta hepatica. Adapun asam lemak bereaksi terlebih dahulu dengan garam empedu membentuk emulsi lemak. Emulsi lemak bersama gliserol diabsorpsi oleh sel-sel pada villi. Dari dalam vili, asam lemak dilepaskan, kemudian asam lemak mengikat gliserin dan membentuk lemak kembali. Lemak yang terbentuk kemudian masuk ke dalam pembuluh limfa yang terdapat pada bagian tengah villi. Melalui pembuluh limfa menuju vena terjadi proses emulsi lemak, sedangkan garam empedu masuk ke dalam darah menuju hati dan dibentuk lagi menjadi empedu. Bahan-bahan yang tidak dapat diabsorpsi di *intestinum tenue* akan didorong menuju *intestinum crassum* [41].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilakukan di Peternakan Rakyat di Dukuh Kalijaran, Desa Bawak, Cawas Klaten. Pengamatan dan pengukuran mikroanatomi duodenum dilakukan di Laboratorium Biologi Dasar Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang. Pembuatan preparat histologi duodenum dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Hewan, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Semarang.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah kandang pemeliharaan 15 petak yang berukuran $100 \times 150 \times 70$ cm³, tempat pakan dan tempat minum sistem infus, neraca digital,



timbangan, bak parafin, *dissecting set*, *cutter*, botol sampel, gelas beker, fotomikrograf Olympus dengan mikrometer, dan seperangkat alat pembuatan preparat. Bahan yang digunakan, antara lain itik pengging betina (*Anas platyrhynchos*), tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.), dedak, pakan konsentrat, sekam padi, akuades, garam fisiologis (NaCl 0,95%), larutan NaCl 0,9%, larutan *Buffer Neutral Formalin* (BNF) 10%, alkohol, parafin, *toluol*, *xylool*, pewarna *Hematoksilin-Eosin* (HE), kertas saring, perekat Canada Balsam.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Perlakuan berupa suplemen tepung daun kelor dalam pakan basal diberikan pada itik Pengging yang berjumlah 15 ekor. Suplemen tepung daun kelor terdiri atas beberapa konsentrasi, meliputi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Variabel yang diukur adalah diameter lumen dan villi, tebal lapisan epitel dan muscular duodenum pada usus halus.

Persiapan Hewan Penelitian

Itik Pengging yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis petelur, berumur 6 bulan, dan dalam kondisi sehat. Itik Pengging yang sehat dapat diketahui berdasarkan ciri-ciri khusus yang dimiliki, antara lain kondisi mata yang jernih, bulu tidak kusam, aktif bergerak, dan hidung tidak berlendir

Pembuatan Pakan dengan Suplementasi Tepung Daun Kelor

Pakan itik Pengging yang digunakan selama penelitian berbentuk mash semibasah yang sudah diformulasikan dengan tepung daun kelor. Komposisi bahan pakan dan kandungan nutrisi pakan disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Komposisi bahan pakan

Bahan Pakan	Konsentrasi Tepung Daun Kelor (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
Dedak Padi (%)	60	60	60	60	60
Konsentrat (%)	40	37,5	35	32,5	30
Tepung Daun Kelor (%)	0	2,5	5	7,5	10
Total	100	100	100	100	100

Tabel 2. Kandungan nutrisi pakan

Bahan Pakan	Konsentrasi Tepung Daun Kelor (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
Energi Metabolis (kkal)	2631	2681	2791	2841	2880
Protein Kasar (%)	17,2	17,6	18,3	19,6	20,1
Lemak (%)	6,2	5,4	5,3	4,3	4,2
Kalsium (%)	1,8	2,1	2,6	2,9	3,0
Serat Kasar (%)	3,1	3,3	3,6	4,1	4,2

Manajemen Pemeliharaan

Manajemen pemeliharaan itik Pengging dilakukan dengan proses aklimasi selama 7 hari sebelum dipindahkan dan dipelihara pada kandang penelitian. Kandang penelitian berisi ekor itik. Pakan komersial dan minum diberikan secara *ad libitum*. Pakan perlakuan yang ditambah tepung daun kelor diberikan secara teratur dua kali sehari, pada pagi (pukul 07.00 WIB) dan sore hari (pukul 15.00 WIB). Pakan perlakuan diberikan selama delapan minggu, dimulai pada itik umur 25 minggu hingga 35 minggu. Pembuatan pakan dihitung untuk konsumsi selama 7 hari. Itik dipelihara di kandang dan dibagi secara acak sesuai rancangan penelitian. Itik dipelihara pada temperatur 28-34°C.

Pembuatan Larutan Buffer Neutral Formalin 10%

Bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan larutan BNF 10% yaitu 100 ml formaldehid 40%, 900 ml akuades, 4 g NaH₂PO₄.H₂O, dan 6,5 gram Na₂HPO₄. Semua bahan dicampur secara merata kemudian disimpan dalam botol kaca berwarna gelap dan diberi label.

Isolasi dan Fiksasi Duodenum

Proses isolasi dan fiksasi dimulai setelah proses dekapitasi. Dekapitasi dilakukan dengan metode kosher, kemudian dilakukan isolasi

<http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>



intestinum tenue dari tubuh itik. Metode Kosher dilakukan dengan cara memotong pembuluh darah (*vena jugularis* dan *arteri carotis*), esofagus dan *trachea* [45]. Organ *intestinum tenue* kemudian dicuci, dipotong 5 cm pada bagian duodenum. Potongan duodenum selanjutnya dicuci dan dipotong 1x1 cm menggunakan larutan garam fisiologis, setelah itu dimasukkan ke dalam botol sampel berisi larutan BNF 10% sebagai larutan fiksatif [46].

Pembuatan Preparat Histologis Duodenum

Metode yang digunakan untuk pembuatan preparat histologi duodenum adalah metode parafin dan pewarnaan *Hematoksilin-Eosin* (HE). Metode parafin dilakukan dengan urutan fiksasi, pencucian atau *washing*, dehidrasi, penjernihan atau *clearing*/ dealkoholisasi, infiltrasi parafin, penanaman atau *embedding*, penyayatan atau *section*, penempelan atau *affixing*, pewarnaan atau *staining*, penutupan atau *mounting* dan pemberian label atau *labelling*.

Organ duodenum difiksasi dalam larutan BNF 10% minimal 48 jam kemudian *washing* dengan alkohol 70%. Hal ini bertujuan untuk menghentikan proses enzimatis pada jaringan dan menjaga bagian-bagian sel terfiksasi pada tempatnya. Proses selanjutnya adalah dehidrasi, proses dehidrasi dimaksudkan untuk menarik air dari jaringan dan mencegah terjadinya pengerutan sampel. Dehidrasi dilakukan dengan cara merendaman sampel dalam larutan alkohol dengan konsentrasi bertingkat (70%, 80%, 90%, dan alkohol absolut). Proses perendaman masing-masing konsentrasi alkohol dilakukan selama 30 menit. Proses *clearing* kemudian dilakukan dengan menggunakan toluol. Proses selanjutnya adalah infiltrasi parafin, dilakukan dengan cara memasukkan sampel menggunakan campuran toluol dan parafin dengan masing-masing perbandingan toluol : parafin dari 3:1, 1:1 dan 1:3 masing-masing selama 30 menit. Jaringan selanjutnya dimasukkan ke dalam parafin murni I, parafin murni II, dan parafin murni III masing-masing selama 30 menit. Proses infiltrasi parafin dilakukan di dalam oven yang bersuhu 56° C. *Embedding* adalah proses penanaman jaringan dalam blok parafin. *Embedding* untuk

memudahkan pemotongan jaringan karena blok parafin yang terbentuk dapat dilekatkan pada *holder* mikrotom tepat di depan pisaunya. Blok parafin kemudian ditunggu sampai keras dan dimasukkan ke dalam lemari es. Proses pengirisan atau *section* dilakukan menggunakan *rotary mikrotom* dengan tebal 6 µm. Proses selanjutnya adalah penempelan atau *affixing* irisan parafin ke gelas benda. Proses ini dilakukan menggunakan Mayer's albumin sebagai perekat dengan ditambah sedikit akuades agar saat dipanaskan di atas *hot plate* irisan jaringan dapat merentang dengan baik [47; 48].

Pewarnaan Hematoksilin-Eosin

Irisan parafin yang telah ditempel pada gelas benda dibiarkan kering untuk selanjutnya dilakukan pewarnaan HE. Proses pewarnaan diawali dengan deparafinasi. Deparafinasi adalah proses untuk menghilangkan parafin yang terdapat dalam irisan jaringan dengan merendam preparat dalam xylol selama 24 jam. Proses selanjutnya yaitu pewarnaan atau *staining* dilakukan dengan pewarna HE. Preparat selanjutnya dicelup dengan alkohol bertingkat 96%, 90%, 80%, 70%, 50%, 30% masing-masing dilakukan selama 1-2 menit, kemudian dimasukkan ke dalam pewarna hematoksilin selama 15-20 menit lalu dibilas dengan akuades. Proses selanjutnya dilakukan perendaman alkohol bertingkat 30%, 50%, 70% apabila preparat sudah terwarnai dengan baik. Tahap berikutnya dilakukan pewarnaan Eosin selama 5 menit, apabila pewarnaan sudah merata maka dilakukan perendaman alkohol bertingkat 70%, 80%, 90%, 96%. Tahap *mounting* merupakan proses penutupan preparat dengan gelas penutup. Preparat dimasukkan ke dalam xylol selama 24 jam sebelum dilakukan proses *mounting*. Preparat yang sudah diwarnai kemudian ditutup dengan canada balsam dan diberi label untuk selanjutnya diamati dengan menggunakan mikroskop [47; 48].

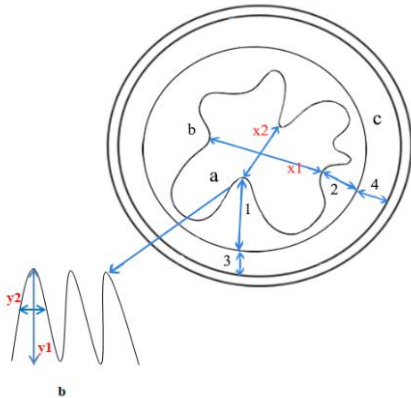
Pengamatan dan Pengukuran Variabel

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah struktur mikroanatomi duodenum yaitu diameter lumen, tinggi vili, tebal lapisan epitel, tebal lapisan muskular duodenum itik. Cara



pengukuran pada sediaan duodenum dari setiap ekor itik perlakuan masing-masing dilakukan pembuatan preparat awetan duodenum.

Gambar 1. Teknik pengukuran struktur mikroanatomi duodenum



Setiap hasil preparat diambil 3 irisan secara random, dengan setiap 1 irisan dilakukan pengamatan 3 daerah pandang dari masing-masing variabel, dengan pengukuran seperti pada Gambar 1. Pengamatan struktur mikroanatomi duodenum dilakukan secara deskriptif dan kuantitatif menggunakan fotomikrograf Olympus dengan micrometer. Penentuan diameter lumen, tinggi villi, tebal lapisan epitel, dan tebal lapisan muskuler dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\hat{w} = \frac{w_1 + w_2}{2} \quad \hat{x} = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

$$\hat{y} = \frac{y_1 + y_2}{2} \quad \hat{z} = \frac{z_1 + z_2}{2}$$

Keterangan:

\hat{w} : Diameter rata-rata lumen

w_1 : Diameter lumen sisi terpanjang

w_2 : Diameter lumen sisi terpendek

\hat{x} : Rata-rata diameter villi

x_1 : Diameter bagian villi tertinggi

x_2 : Diameter bagian villi terlebar

\hat{y} : Rata-rata tebal lapisan epitel villi

y_1 : Tebal lapisan apikal villi

y_2 : Tebal lapisan basal villi

\hat{z} : Tebal lapisan muskular

z_1 : Tebal lapisan muskular dari basal villi tertinggi

z_2 : Tebal lapisan muskular dari basal villi terendah

a : Lumen duodenum

b : Vili duodenum

c : Lapisan muskular

d : Lapisan epitel villi

1 : Vili terpanjang

2 : Vili terpendek

3 : Lapisan muskular dari bagian basal villi tertinggi

4 : Lapisan muskular dari bagian basal villi terpendek

Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis pola distribusi dan homogenitas data. Bila data dengan pola distribusi mengikuti pola distribusi normal dan data menunjukkan homogen, untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan dilakukan uji beda Anova (*Analysis of Variance*). Bila terdapat perbedaan antar kelompok, dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui kelompok yang berbeda. Analisis data menggunakan program SPSS (*Statistical Product of Service Solution*) untuk Windows versi 25.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian tentang struktur mikroanatomi duodenum, yang meliputi diameter lumen, diameter villi, tebal lapisan epitel, dan tebal lapisan muskular dianalisis menggunakan ANOVA (*analysis of variance*) dengan signifikansi 95%. Suplemen tepung daun kelor dalam pakan yang diberikan pada itik tidak berpengaruh nyata terhadap struktur mikroanatomi duodenum. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai rata-rata dari beberapa variabel mikroanatomi duodenum pada perlakuan seperti disajikan pada Tabel 3.



Tabel 3. Analisis rata-rata diameter lumen, diameter villi, tebal lapisan epitel, dan tebal lapisan muskular pada duodenum itik Pengging

Perlakuan	Variabel			
	□ lumen	□ villi	Tebal lapisan epitel	Tebal lapisan muskuler
K0	2425,14 ^a ± 70,61	1126,24 ^a ± 253,62	37,39 ^a ± 8,53	417,58 ^a ± 187,24
K1	2793,73 ^a ± 667,44	1129,62 ^a ± 519,63	37,55 ^a ± 31,24	498,76 ^a ± 155,48
K2	2042,91 ^a ± 287,84	1260,33 ^a ± 316,16	40,19 ^a ± 5,49	498,15 ^a ± 365,57
K3	2811,98 ^a ± 656,32	1542,11 ^a ± 519,33	33,91 ^a ± 8,77	513,38 ^a ± 133,17
K4	2516,05 ^a ± 202,06	946,98 ^a ± 57,61	30,11 ^a ± 4,88	358,51 ^a ± 46,21

Keterangan: superskrip yang sama pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata ($P > 0,05$). K0= pakan kontrol, K1= pakan dengan daun kelor 2,5%, K2= pakan dengan daun kelor 5%, K3= pakan dengan daun kelor 7,5%, dan K4= pakan dengan daun kelor 10%. Data yang ditampilkan rata-rata ± SD

Diameter lumen duodenum itik Pengging pada penelitian ini menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara perlakuan dengan kontrol. Kondisi ini menunjukkan bahwa suplemen tepung daun kelor pada berbagai konsentrasi (2,5; 5; 7,5; dan 10%) tidak dapat meningkatkan diameter lumen duodenum itik Pengging. Diameter lumen duodenum hasil penelitian berkisar antara 2425,14 - 2516,05 μm . Nilai tersebut tergolong lebih besar dibanding dengan diameter lumen duodenum normal pada itik Pengging pada umumnya [49] menyatakan bahwa diameter lumen normal itik Pengging kurang lebih 1621,3 μm . Perbedaan ini diduga disebabkan oleh kandungan serat dalam pakan.

Analisis kandungan serat pakan hasil penelitian ini berkisar antara 3,07 - 4,21%, lebih rendah dibanding serat dalam pakan pada perlakuan penelitian yang dilakukan sebelumnya [49], yaitu sebesar 8%. Kekurangan serat pada pakan unggas dapat menyebabkan gangguan pencernaan, tetapi jumlah serat kasar berlebihan juga dapat menurunkan kecernaan pakan [50]. Hasil penelitian membuktikan, penggunaan pakan berserat tinggi dalam ransum

secara nyata menurunkan performa, meningkatkan bobot ventrikulus, usus halus, dan sekum, sebaliknya pakan dengan kandungan serat yang lebih rendah seperti pada perlakuan penelitian ini diduga dapat meningkatkan performa dari usus halus yang diindikasikan dengan diameter lumen duodenum yang lebih besar [51]. Hasil penelitian telah membuktikan bahwa serat berperan penting dalam perubahan morfologi dan histologi saluran pencernaan, termasuk perubahan diameter lumen pada duodenum [52]. Jenis serat dan sumber serat pada ransum unggas akan berdampak pada performa dan perubahan morfologi organ dalam terutama saluran pencernaan [51]. Organ saluran pencernaan memiliki peran penting terhadap pencernaan bahan pakan, morfologi saluran pencernaan, merepresentasikan kondisi ternak, dan kemampuan pencernaan.

Serat dalam pakan dibutuhkan oleh ternak unggas untuk merangsang gerakan pada saluran pencernaan. Unggas seperti itik Pengging memiliki kemampuan yang rendah dalam memanfaatkan serat tetapi tetap membutuhkannya dalam jumlah kecil serta dapat berpengaruh terhadap histologi saluran pencernaan [53]. Penggunaan suplemen tepung daun kelor dalam pakan dengan kandungan serat antara 3,07 - 4,21% seperti pada penelitian ini diduga dapat meningkatkan pencernaan, khususnya terhadap protein dan produk energi. Hasil penelitian lain menunjukkan, pemberian ekstrak daun kelor dapat menginduksi sistem enzim yang berperan dalam melindungi aktivitas metabolisme di dalam tubuh [54]. Kondisi ini menyebabkan kerja usus halus menjadi lebih efektif dan efisien dalam memaksimalkan pencernaan. Pakan dengan kandungan serat seperti ini dapat meningkatkan pencernaan pakan dan mengaktifkan kerja usus halus [55]. Lebih lanjut dinyatakan bahwa perkembangan saluran intestinal atau usus halus sangat dipengaruhi oleh serat dalam pakan dan aliran digesta. Kisaran kandungan serat kasar yang tidak berbeda nyata berpengaruh pada perkembangan dan performa duodenum usus halus, seperti diameter lumen



duodenum yang tidak berbeda nyata antar perlakuan seperti bukti pada penelitian ini.

Serat yang terkandung dalam tepung daun kelor dapat berupa serat yang bersifat larut (soluble) dan tidak larut (insoluble) selama mengalami proses pencernaan di dalam usus halus. Serat pakan yang bersifat larut, seperti beta glukukan, pektin, maltosa, isomaltosa, maltotriosa, limit dekstrin, dan oligosakarida lainnya dapat dicerna menjadi karbohidrat reduksi seperti disakarida dan monosakarida. Molekul karbohidrat sederhana ini dapat diabsorpsi oleh sel-sel epitel kolumnar silindris pada duodenum usus halus dan didistribusikan ke seluruh sel tubuh sebagai bahan baku metabolisme. Hasil metabolisme dari glukosa akan menghasilkan energi yang digunakan untuk pemeliharaan jaringan dan mempertahankan integritas seluler. Serat pakan yang bersifat insoluble seperti lignin, selulosa, dan hemiselulosa tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan di duodenum usus halus. Kondisi ini menyebabkan tidak efektifnya perluasan permukaan pada plicae sirkularis, villi, dan mikrovili (*brush border*) pada duodenum usus halus. Hal ini akhirnya berdampak terhadap proses pencernaan dan absorpsi yang tidak optimal, tidak hanya terhadap monosakarida namun juga terhadap peptida dan asam-asam amino hasil pencernaan protein atau asam lemak dan gliserol hasil emulsifikasi lemak oleh garam-garam empedu. Kandungan serat pakan setelah penambahan suplemen tepung daun kelor tidak dapat meningkatkan diameter lumen duodenum. Hal ini sebagai akibat belum efektifnya peran serat dalam mengoptimalkan proses pencernaan dan absorpsi bahan baku metabolisme pada duodenum [56]. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian yang menyatakan bahwa tepung daun kelor dalam pakan dapat menghambat kinerja beberapa enzim pencernaan, diantaranya enzim tripsin, amilase, dan lipase yang menyebabkan berkurangnya ketersediaan asam-asam amino yang digunakan untuk mendukung proses pertumbuhan jaringan [57]. Aktivitas enzim-enzim pencernaan yang terganggu berakibat pada tidak optimalnya tingkat kecernaan karbohidrat, protein, dan lemak sehingga ketersediaan bahan

baku metabolisme menjadi tidak optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan substrat mempengaruhi proses metabolisme dalam tubuh. Ketersediaan substrat yang tidak optimal akan berdampak pada tidak terjadinya peningkatan diameter lumen duodenum dan struktur duodenum pada umumnya [19].

Diameter lumen pada duodenum memiliki keterkaitan erat dengan peningkatan laju pergantian sel, penurunan tinggi villi, dan peningkatan kedalaman *crypt* lapisan mukosa. Serat pakan berupa lignin, selulosa dan hemiselulosa yang bersifat *insoluble* dan *indigestible* dapat menyebabkan tidak optimalnya pencernaan mekanis pada duodenum. Hal ini didukung oleh bukti penelitian yang melaporkan bahwa kandungan serat pakan insoluble yang tinggi akan diikuti proses pencernaan dan absorpsi bahan baku metabolisme yang tidak optimal sehingga berdampak pada tidak meningkatnya diameter villi duodenum dan semakin lebarnya diameter lumen duodenum. Sebaliknya, kandungan serat pakan insoluble yang tinggi namun dalam kisaran yang tepat dapat mempertahankan diameter villi dengan ukuran yang normal dan mempertahankan diameter lumen duodenum dalam kondisi yang mendukung proses pencernaan dan absorpsi yang optimal [58].

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa diameter villi duodenum usus halus pada itik Pengging tidak berbeda nyata pada masing-masing perlakuan ($P>0,05$). Suplemen tepung daun kelor dalam pakan tidak dapat meningkatkan diameter villi duodenum pada usus halus. Diameter villi duodenum hasil penelitian ini berkisar antara 946,98 - 1542,11 μm . Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa rata-rata diameter villi normal itik Pengging adalah 837,7 μm . Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh kandungan serat dalam pakan. Serat pakan yang larut (*soluble*) seperti pektin yang bersumber dari daun kelor memiliki sifat lebih rentan untuk menjadi koloid setelah mencapai duodenum. Sifat koloid dari serat pakan ini akan membatasi dispersi produk-produk pencernaan, mencegah digesta dari permukaan usus halus, kontak



absorpsi, serta memperlambat laju peralihan digesta [59]. Bukti penelitian menunjukkan bahwa sifat fisik serat pakan dapat juga berbeda dengan efek fungsi fisiologis. Perbedaan ini juga diduga diperantarai oleh efek proliferasi sel mukosa di duodenum. Serat pakan yang paling larut adalah pektin. Hasil analisis terhadap diameter villi dan diameter lumen yang tidak signifikan menunjukkan bahwa serat insoluble berdampak pada tidak optimalnya proses pencernaan dan absorpsi bahan baku metabolisme. Beberapa laporan hasil penelitian menyatakan bahwa pektin dapat menstimulasi proliferasi sel epitel mukosa dan meningkatkan sekresi mukosa duodenum. Konsentrasi serat pakan hasil penelitian ini adalah 3,07-4,21%, dan bersifat aman karena masih di bawah dari batas maksimal yaitu 8% [50].

Suplemen tepung daun kelor pada pakan juga tidak memberi pengaruh signifikan ($P>0,05$) terhadap tebal lapisan epitel duodenum pada itik Pengging. Bukti ini menunjukkan bahwa tepung daun kelor dengan konsentrasi 2,5; 5; 7,5; dan 10% tidak dapat meningkatkan tebal lapisan epitel duodenum. Rata-rata tebal lapisan epitel duodenum hasil penelitian ini berkisar antara 30,11- 40,19%. Nilai tersebut masih dalam kisaran normal. Hasil tersebut diduga disebabkan oleh keberadaan serat pakan yang bersifat insoluble yang sulit dicerna oleh enzim-enzim pencernaan. Keberadaan serat pakan insoluble dapat menyebabkan tidak optimalnya fungsi dan perluasan plicae sirkularis, villi dan microvilli (*brush border*) duodenum sehingga berakibat pada proses pencernaan dan absorpsi yang tidak optimal. Faktor lain juga dapat disebabkan oleh adanya serat pakan dalam daun kelor yang bersifat polar dan bipolar. Sifat serat ini dapat menyebabkan viskositas digesta akan meningkat, sehingga dapat mempengaruhi kecernaan dan absorpsi nutrisi. Bukti penelitian menunjukkan bahwa serat yang memiliki kemampuan mengikat air, berpotensi menurunkan difusi hasil-hasil pencernaan pada permukaan mukosa duodenum. Kandungan serat pakan dengan kisaran yang tidak berbeda nyata akan berpengaruh pada proses pencernaan dan absorpsi nutrisi yang tidak

optimal dan akhirnya berpengaruh terhadap tebal lapisan epitel duodenum antar perlakuan yang juga tidak berbeda nyata [60].

Pemberian tepung daun kelor dalam pakan pada itik Pengging menghasilkan tebal lapisan muskular duodenum yang tidak signifikan ($P>0,05$). Hasil penelitian ini terlihat antara itik Pengging kelompok kontrol dengan perlakuan. Suplementasi tepung daun kelor pada penelitian ini belum dapat meningkatkan tebal lapisan muskular duodenum itik Pengging. Rata-rata ukuran tebal lapisan muskular duodenum berkisar antara 358,51 μm – 513,38 μm . Kondisi ini diduga bahwa serat pakan dalam tepung daun kelor masih dalam kisaran normal dan tidak mempengaruhi secara nyata metabolisme karbohidrat, protein, energi metabolik serta mekanisme aktivitas kinerja di dalam duodenum. Hasil penelitian ini memiliki energi metabolik pakan berkisar 2630,5-2880,4 kkal, dengan standar normal untuk itik *layer* yaitu 2800 kkal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan kandungan serat yang tinggi berpotensi berpengaruh pada tebal lapisan muskular [61; 62]. Tebal lapisan muskular duodenum berkaitan dengan aktivitas stimulasi kontraksi sel otot polos. Bukti penelitian menyatakan bahwa pakan dengan kandungan serat yang tinggi dapat menstimulasi gerak peristaltik traktus digestivus yang memberi kemudahan dalam proses pencernaan. Aktivitas di duodenum akan meningkat seiring dengan kapasitas pencernaan yang intensif [63]. Serat pakan memiliki digestabilitas rendah dan dalam jumlah tertentu akan membuat *intestinum* bekerja lebih keras dan memertebal lapisan muskular. Komponen serat dalam daun kelor seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa dapat memicu aktivitas gerakan peristaltik, sehingga tebal lapisan muskular lebih tebal dan meningkatkan laju digesta duodenum. Hal ini mendukung pernyataan [58] dari hasil penelitian yang menyatakan bahwa tebal lapisan muskular duodenum pada itik yang mendapatkan pakan dengan kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa mempunyai nilai lebih tinggi



dibanding itik yang mendapat pakan dengan kandungan beta glukana, pektin dan oligosakarida.

PENUTUP

Kesimpulan

Serat pakan dari daun kelor dengan konsentrasi 2,5-10% tidak dapat meningkatkan diameter lumen, tinggi villi, tebal lapisan epitel, dan tebal lapisan muskularis pada duodenum usus halus itik Pengging. Konsentrasi serat pakan antara 2,5%-10% berpengaruh pada proses pencernaan dan absorpsi nutrisi yang belum optimal sehingga berakibat tidak terjadinya peningkatan ukuran pada beberapa variabel duodenum yang diamati.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penambahan tepung daun kelor untuk mendapatkan konsentrasi yang tepat serta mekanisme bahan aktif yang terkandung dalam tepung daun kelor terhadap optimalisasi proses pencernaan dan absorpsi yang menunjang terjadinya peningkatan produktivitas itik Pengging dan jenis itik lokal lainnya di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mas'adah, S. M., Sunarno, and Djaelani, M. A., 2018. Application of cinnamon and gotu kola supplements for increasing quail hematological status (*Coturnix coturnix australica*). *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 1217 (2019) 012163, doi:10.1088/1742-6596/1217/1/012163
- [2] Balqis, U., 2007, Gambaran Histopatologi Usus Halus Ayam Petelur yang Diimunisasi dengan Protease dan Ditantang dengan Dosis 100L2 *Ascaridia gali*. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [3] Sunarno, dan Djaelani, M.A., 2011, Analisis produktivitas itik petelur di kabupaten semarang berdasarkan indikator nilai konversi pakan, rasio tingkat konsumsi pakan dengan intestinum dan bobot intestinum dengan penambahan bobot badan. *Jurnal Sains dan Matematika*, No. 2, Vol. 19, pp. 38-42.
- [4] Ruttanavut, J., Yamauchi, K., Goto, H., and Erikawa, T., 2009, Effects of dietary bamboo charcoal powder including vinegar liquid on growth performance and histological intestinal change in aigamo ducks. *International Journal of Poultry Science*, No. 3, Vol. 8, pp. 229-236.
- [5] Sugito, M. W., Astuti, D. A., Handharyani, E., dan Chairul, 2007, Morfometrik usus dan performan ayam broiler yang diberi cekaman panas dan ekstrak n-heksana kulit batang jaloh (*Salix Tetrasperma* Rozb.). *Media Peternakan*, Vol. 30, pp. 198-206.
- [6] Yao, Y., Xiaoyan, T., Haibo, X., Jincheng, K., Ming, X., and Xiaobing, W., 2006, Effect of choice feeding on performance gastrointestinal development and feed utilization of broilers. *Asian-Aust Journal Animal*, Vol. 19, pp. 91-96.
- [7] Kokoszynski, D., Saleh, M., Bernacki, Z., Kotowicz, M., Sobczak, M., Kujawska, J. Z., and Steczny, K., 2018, Digestive tract morphometry and breast muscle microstructure in spent breeder ducks maintained in a conservation programme of genetic resources. *Archives Animal Breeding*, Vol. 61, pp. 373-378.
- [8] Wasilewski, R., Kokoszynski, D., Mieczkowska, A., Bernacki, Z., and Gorska, A., 2015, structure of the digestive system of duck depending on sex and genetic background. *Acta Veterinaria Brno*, Vol. 84, pp. 153-158.
- [9] Prawitasari, R. H., Ismadi, V. D. Y. B., dan Estiningdriati, I., 2012, Kecernaan protein kasar dan serat kasar serta laju digesta pada ayam arab yang diberi ransum dengan berbagai level *Azolla microphylla*. *Animal Agriculture Journal*, No. 1, Vol. 1, pp. 471-483.
- [10] Melo, N. V., Vergas, T., Quirino, and Calvo, C. M. C., 2013, *Moringa oleifera* Lam. an underutilized tree with macronutrients for human health. *Journal Food Agriculture*, No. 10, Vol. 25, pp. 785-789.
- [11] Nuraeni, S., Djaelani, M. A., Sunarno., dan Kasiyati, 2019, Nilai haugh unit (HU),



- indeks kuning telur (IKT) dan pH telur itik pengging setelah pemberian tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, No. 2, Vol. 4, pp. 12-20.
- [12] Sukria, H. A., Nugraha, I. E. S., dan Suci, D. M., 2018, Pengaruh proses steam pada daun kelor (*Moringa oleifera*) dan asam fulvat terhadap performa ayam broiler. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, No. 2, Vol. 16, pp. 1-9.
- [13] Lattimer, J. M., and Haub, M. D., 2010, Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, Vol. 2, pp. 1266-1289.
- [14] Sayar, S., Jannink, J. L., dan White, P. J., 2005, In vitro bile acid pool are binding of flours from oat lianes varying in percentage and molecular weight distribution of β -glucon. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Vol. 53, pp. 8797-8803.
- [15] Pratiwi, H. P., Kasiyati, Sunarno, dan Djaelani, M. A., 2019, Bobot otot dan tulang tibia itik pengging (*Anas platyrhynchos domesticus* L.) setelah pemberian imbuhan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dalam pakan. *Jurnal Biologi Tropika*, No. 2, Vol. 2, pp. 54-61.
- [16] Varastegani, A., and Dahlan, I., 2014, Influence of dietary fiber levels on feed utilization and growth performance in poultry. *J Anim. Pro. Adv*, No. 6, Vol. 4, pp 422-429.
- [17] Ukim C. I., Ojewola, G. S., Obun, C. O., and Ndelekwute, E. N., 2012, Performance and carcass and organ weights of broiler chicks fed graded levels of Acha grains (*Digitaria exilis*). *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, No. 2, Vol. 1, pp. 28-33.
- [18] Hetland, H., Svihus, B., and Choct, M., 2005, Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *J. Appl. Poult. Res*, Vol. 14, pp. 38-46
- [19] Sunarno, 2018, Efek suplemen kulit kayu manis dan daun pegagan terhadap produktivitas puyuh petelur strain Australia (*Coturnix coturnix australica*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, No. 1, Vol. 3, pp. 89-96.
- [20] Amina, S., Ramdhan, T., dan Yanis, M., 2015, kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanaman kelor. *Buletin Pertanian Perkotaan*, No. 2, Vol. 5, pp. 35-44.
- [21] Amzu, E., 2014, kampung konservasi kelor: upaya mendukung gerakan nasional sadar gizi dan mengatasi malnutrisi di Indonesia. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. No. 2, Vol. 1, pp. 86-91.
- [22] Widowati, I., Elfiyati, S., dan Wahyuningtyas, S., 2014, Uji aktivitas ekstrak daun kelor (*Moringa Oleifera*) terhadap bakteri pembusuk ikan segar (*Pseudomonas Aeruginosa*). *PELITA*, No. 1, Vol. 9, pp. 146-157.
- [23] Krisnadi, A. D., 2012, Kelor Super Nutrisi. Blora (ID): Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia, Lembaga Swadaya Masyarakat Media Peduli Lingkungan (LSMMEPELING), Yogyakarta.
- [24] Isnani, W., dan Nurhaedah, M., 2017. Ragam manfaat tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) bagi masyarakat. *Info Teknis EBONI*, No. 1, Vol. 14, pp. 63-75.
- [25] Yuniar, A., 2012, Etnobotani Tumbuhan Obat Oleh Masyarakat Suku Madura Di Sekitar Pesisir Pantai Besuki Situbondo. *Skripsi*. Universitas Negeri Jember, Jember.
- [26] Aminah, S., Ramdhan, T., dan Yanis, M., 2015, Kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanaman kelor (*Moringa oleifera*). *Buletin Pertanian Perkotaan*, No. 2, Vol. 5, pp. 35-44.
- [27] Kasiyati, Djaelani, M. A., and Sunarno, 2019, Effect of supplementation of *Moringa oleifera* leaf powder on reproductive performance and ovarium morphometry of pengging duck. *International Journal of Poultry Science*, No. 7, Vol. 18), pp. 340-348.
- [28] Daryatmo, dan Hakim, M. R., 2017, Performa itik lokal (*Anas sp*) yang diberi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) pada



- pakan dengan sistem pemeliharaan intensif. *JITRO*, No. 2, Vol. 4, pp. 33-39.
- [29] Sjojfan, O., 2008, Efek penggunaan tepung daun kelor (*Moringa Oeifera*) dalam pakan terhadap penampilan produksi ayam pedaging. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, Bogor.
- [30] Wasilewski, R., Kokoszynski, D., Mieczkowska, A., Bernacki, Z., and Gorska, A., 2015, Structure of the digestive system of duck depending on sex and genetic background. *Acta Veterinaria Brno*, Vol. 84, pp. 153-158.
- [31] Hernandez, F., Madrid, J., Farcia, V., Orenge, J., and Megias, M. D., 2004, Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Sci*, Vol. 83, pp. 169-74.
- [32] Pio, P. O., Ardana, I. B. K., dan Suastika, P., 2017, Efektivitas berbagai dosis asam organik dan anorganik sebagai *acidifier* terhadap histomorfometri duodenum ayam pedaging. *Indonesia Medicus Veterinus*, No. 1, Vol. 6, pp. 47-54.
- [33] Eyhab, R. M. A., Jarad, A. S., Taher, I. A., Saffar, F. J. A., and Naji, W. A., 2017, Some histo-morphometric and histochemical comparison aspect of the duodenum in collard dove (*frivaldszky*), ruddy shelduck (*Pallas*), and owl (*Otus Scors brucei*) in South Iraq. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, No. 6, Vol. 5, pp. 923-928.
- [34] Inamoto, T., Namba, M., Qi, W. M., Yamamoto, K., Yokoo, Y., Miyata, H., Kawano, J., Yokoyama, T., Hoshi, N., and Kitagawa, H., 2008, An Immunohistochemical detection of action and myosin in the indigenous bacteria-adhering sites of microvillous columnar epithelial cells in peyer's patches and intestinal villi in the rat jejunoileum. *Journal Veteran Medical Science*, No. 11, Vol. 70, pp. 1153-1158.
- [35] Kokoszynski, D., Saleh, M., Bernacki, Z., Kotowicz, M., Sobczak, M., Kujawska, J. Z., and Steczny, K., 2018, Digestive tract morphometry and breast muscle microstructure in spent breeder ducks maintained in a conservation programme of genetic resources. *Archives Animal Breeding*, Vol. 61, pp. 373-378.
- [36] Rohmah, N., Tugiyanti, E., dan Roesdiyanto, 2016, Pengaruh tepung daun sirsak (*Announa muricata* L) dalam ransum terhadap bobot usus, pankreas dan gizzard itik tegal jantan. *Agripet*, No. 2. Vol. 16, pp. 140-146.
- [37] Abdularazzaq, B., Hassaneen, A. K., Eman, I. S., and Dali, 2018, Histomorphological Study of Duodenum of Duck (*Anas platyrhncos*). Anatomy and Histology Department, Qadysiah University, Iraq.
- [38] Siagian, Y. A., 2016, Gambaran Histologis dan Tinggi Vili Usus Halus Bagian Ileum Ayam Ras Pedaging yang Di Beri Tepung Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) dalam Ransum. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [39] Ekastuti, D. R., dan Astuti, D. A., 2005, Potensi Daun Murbei Sebagai Pakan Ternak: Produktivitas dan Nilai Nutrisi. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Usaha Peternakan Berdaya Saing di Lahan Kering*, Universitas Gadjah Mada, pp. 128-133.
- [40] Iriyanti, N, and Hartoyo, B., 2017, Effect of synbiotics supplementation in feed on tegal male duck's internal organs. *Animal Production*, No. 1, Vol. 19, pp. 29-35.
- [41] Sumiati, 2003, Percentage of Digestive Tract Weigh and Internal Organ of Male Local Duck (*Anasplatyrhyncos*) Fed on Varied Level of kayambang (*Salvinamotesta*) in Feed. Department of Nutrition and Animal Feed, Faculty of Animal Science, Bogor Agriculture Institute.
- [42] Yuniastuti, 2002, Efek Perendaman Infusa Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) terhadap Kualitas Daging Ayam Postmortem. *Biosaintifika*, No. 2, Vol. 4, pp. 78-80.
- [43] Alarsi, H., Hendry, A., Sulisty, B., Dhian, E., Hanifah, T., dan Hafidzul, M., 2013, Anatomi dan Fisiologi Pencernaan. *Laporan akhir*. Universitas Padjajaran, Sumedang.
- [44] Yao, Y., Xiaoyan, T., Haibo, X., Jincheng, K., Ming, X., and Xiaobing, W., 2006, Effect



- of choice feeding on performance gastrointestinal development and feed utilization of broilers. *Asian-Aust Journal Animal*, Vol. 19, pp. 91-96.
- [45] Koswara, S., 2009, Pengolahan Unggas. *Ebook Pangan*. 15 Januari 2020.
- [46] Suvarna, S. K., Layton, C., and Bancroft, J. D., 2013, Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques. Churchill Livingstone Elsevier, London.
- [47] Sunarno, Manalu, W., Nastiti, K., dan Agungpriyono, D. W., 2013, Perbaikan Respons Seluler pada Penuaan Hipokampus yang Diperantarai Glutathion Hasil Pemberian Alanin-glutamin Dipeptida. *Jurnal Veteriner*, No. 1, Vol. 14, pp. 61-71
- [48] Sunarno, Goeltoem, R. J., dan 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 stress. *Bioma*, No. 1, Vol. 5, pp. 43-60
- [49] Apriliyani, N. I., Djaelani, M. A., dan Tana, S., 2016. Profil histologi duodenum berbagai itik lokal di Kabupaten Semarang. *Bioma*, No. 2, Vol. 18, pp. 144-150.
- [50] 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*, No. 1, Vol. 1, pp. 63-69.
- [51] Iyayi, E. A., Ogunsola, O., and Ijaya, R., 2005, Effect of three sources of fibre and period of feeding on the performance, carcass measures, organs relative weight and meat quality in broilers. *International Journal of Poultry Science*, No. 9, Vol. 4, pp. 695700.
- [52] Hetland, H., and Svihus, B., 2001, Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. *Br. Poultry Sci*, Vol. 42, pp. 354-361.
- [53] Tossaporn, I., 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*, No. 2, Vol. 8, pp. 79-88
- [54] Sunarno, Purnomo, E., Rossida, K. F. P., Aqlinia, M., Falasifah, dan Lailiyah, M., 2019, Aplikasi larutan EMOVA daun kelor (*Moringa oleifera*) dan daun afrika (*Vernonia amygdalina*) dalam menekan mortalitas ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada simulasi transportasi. *Jurnal Biologi Tropika*, No. 1, Vol. 2, pp. 8-15.
- [55] Davood, S. S., Shariatmadari, F., and Yaghoobfar, A., 2012, Effects of inclusion of hull-less barley and enzyme supplementation of broiler diets on growth performance, nutrient digestion and dietary metabolisable energy content. *Journal of Central European Agriculture*, No. 1, Vol. 13, p.193207
- [56] Fahey, J. W., 2005, *Moringa oleifera*: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic and prophylactic properties. *Trees for Life Journal*, Vol. 1, pp. 1-5.
- [57] Rossida, K. F. P., Sunarno, Kasiyati, dan Djaelani, M. A., 2019, Pengaruh imbuhan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dalam pakan pada kandungan protein dan kolesterol telur itik pengging (*Anas platyrhynchos domesticus* L.). *Jurnal Biologi Tropika*, No. 2, Vol. 2, pp. 41-47.
- [58] Sumiati, 2003, Percentage of Digestive Tract Weigh and Internal Organ of Male Local Duck (*Anas platyrhynchos*) Fed on Varied Level of Kayambang (*Salvinamotesta*) in Feed. Department of Nutrition and Animal Feed, Faculty of Animal Science., Bogor Agriculture Institute.
- [59] Rukmiasih, Harapin, Hafidh, H., Harry, T., and Uhi, S. Y., 2002, High Fiber Feed And Vitamin E Supplement on the Performance of Mandalung Duck. Laboratory of Beef Cattle Nutrition, Faculty of Animal Science, Bogor Agriculture Institute.
- [60] Raza, A., Bashir, S., and Tabassum, R., 2019, An update on carbohydrases: growth performance and intestinal health of poultry.



-
- J. Anim. Physiol. ANim. Nutr*, No. 1, Vol. 102, pp. 56-66
- [61] Ferreira, P. M. P., Farias, D. F., de Abreu Oliveira, J. T., and Carvalho, A. D. F. U., 2008, *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. *Rev. Nutr. Campinas*, No. 4, Vol. 21, pp. 431-437.
- [62] Al-Hmedawy, N. K., Al-Asadi, M. H., and Al-Hilphy, A. R., 2019, Effect of electric stimulation on histological traits and color of carcasses in old duck and chicken. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, No. 012024, Vol. 388, doi:10.1088/1755-1315/388/1/012024
- [63] Friday, O. L., Anaogwa, V. H., Varel, J. S., Dickson, W. G., and Krook. L., 2010. Effects of dietary fiber and protein concentration on growth, feed efficiency, visceral organ weights and large intestine microbial populations of swine. *J. Nutr*, Vol. 119, pp. 879-886.