



Tersedia daring pada: <http://ejurnal.undana.ac.id/jvn>

## **Kajian Histokimia Sebaran Karbohidrat Netral Pada Usus Halus Ayam Hutan Hijau (*Gallus varius*) Asal Pulau Alor**

Zion Kurnia Putra Pertama Manu<sup>1</sup>, Filphin A. Amalo<sup>2</sup>, Heni Nitbani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Anatomy, Physiology, Pharmacology and Biochemistry Laboratory, Faculty of Veterinary Medicine, Nusa Cendana University, Kupang.

<sup>2</sup> Faculty of Medicine and Veterinary Medicine, Study Program of Veterinary Medicine, Nusa Cendana University, Kupang.

### ***Abstract***

**Keywords:** Green jungle fowl, duodenum, jejunum, ileum, *Periodic Acid Schiff* (PAS)

Green jungle fowl (*Gallus varius*) is a type of local chicken in Indonesia. Green jungle fowl are only found in Indonesia, which are spread from Java, Madura, Bali, Lombok, Sumba, Sumbawa, Flores and Alor. The small intestine consists of the duodenum, jejunum and ileum which function in the absorption of nutrients. *Periodic Acid Schiff* (PAS) is a special staining method that aims to see the characteristics of neutral carbohydrates in cells or body tissues. A positive PAS staining reaction is indicated by the presence of a magenta-red color in the examined tissue. This study aims to determine the distribution of neutral carbohydrates in the small intestine of the green jungle fowl (*Gallus varius*) from Alor Island. Small intestine samples were taken from 3 green jungle fowl collected in Alor District. Microscopic observation of small intestine tissue that has been stained with PAS stain. The results showed that the small intestine of the green jungle fowl consists of the duodenum, jejunum and ileum. Neutral carbohydrates are distributed throughout the tunica duodenum, jejunum and ileum with varying intensity. Moderate intensity (++) was seen in goblet cells and liberkuhn's crypts. Weak intensity (+) is seen on the surface of the epithelium, lamina propria, lamina muscularis mucosa, tunica submucosa, tunica muscularis, and tunica serosa.

Korespondensi:  
[Zionkurniappmanu3599@gmail.com](mailto:Zionkurniappmanu3599@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu pusat keanekaragaman genetik ayam lokal dunia (Sulandari *et al.*, 2007). Salah satu jenis ayam lokal di Indonesia yaitu ayam hutan hijau (*Gallus varius*). Ayam hutan hijau menjadi salah satu satwa penting dikarenakan ayam hutan hijau jantan digunakan oleh masyarakat sebagai indukan untuk menghasilkan ayam hias.

Distribusi ayam hutan hijau meliputi dataran rendah hingga ketinggian 2400 m di atas permukaan laut (Sibley dan Monroe dalam Zein dan Sulandari, 2009). Ayam hutan hijau (*Gallus varius*) hanya ada di Indonesia dimana unggas ini tersebar di Pulau Jawa, gugusan Pulau Madura, Bali, Lombok, Sumba, Sumbawa, Flores dan Kepulauan Alor (Sibley dan Monroe, 1990). Ayam hutan hijau juga merupakan unggas pesisir dan lembah-lembah yang hidup bergerombol di tepian hutan. Pada siang hari, ayam ini biasa berkeliaran di rerumputan yang berbatu-batu, bersemak atau pepohonan, persawahan atau ladang.

Menurut Mufarid dalam Zein dan Sulandari (2009), makanan adalah penting dalam memenuhi kebutuhan nutrisi pada ayam. Makanan ayam hutan hijau antara lain biji-bijian, rumput-rumputan, serangga, binatang kecil lainnya seperti jangkrik belalang dan lain-lain.

Organ pada saluran pencernaan, termasuk usus memiliki struktur anatomi (makro anatomi maupun mikro anatomi) yang dirancang sesuai fungsi masing-masing dalam proses pencernaan. Secara anatomi dan fisiologi, sistem pencernaan unggas cukup sederhana, yaitu terdiri atas rongga mulut termasuk paruh, faring, esofagus di dalamnya terdapat tembolok (*crop*), proventrikulus,

ventrikulus, usus halus, usus besar dan kloaka (König *et al.*, 2016). Usus halus terletak di antara lambung dan usus besar. Usus halus dibagi menjadi tiga bagian yaitu duodenum, jejunum dan ileum. Saluran pencernaan unggas umumnya berukuran lebih pendek dibandingkan mamalia dan telah beradaptasi untuk mendukung kemampuan terbang pada unggas (Denbow, 2015). North dan Bell (1990) menyatakan bahwa panjang usus halus ayam bervariasi tergantung dari bentuk fisik ransum yang dikonsumsi, panjangnya sekitar 152-160 cm.

Histologi usus halus umumnya memiliki dinding yang terdiri dari 4 (empat) lapis yaitu mukosa, submukosa, tunika muskularis dan serosa. Penelitian yang dilakukan pada ayam ketawa oleh Isman (2016), menunjukkan bahwa dinding usus membentuk struktur lipatan berupa vili dengan bentuk memanjang seperti jari dan ujung yang agak meruncing pada usus halus baik pada duodenum, jejunum, maupun ileum.

Menurut Tillman *et al.*, (1991), usus halus berfungsi sebagai tempat penyerapan zat-zat makanan. Pada duodenum karbohidrat, protein dan lemak dibantu oleh kelenjar pankreas menghasilkan enzim amilase, lipase dan tripsin (Rahmanto, 2012). Menurut Keskin *et al.*, (2012) saluran pencernaan dari esofagus sampai kolon dilapisi oleh mukus yang merupakan komponen makromolekul karbohidrat yang terdiri atas glikoprotein besar yang disebut musin dan garam organik. Mukus disekresikan oleh sel goblet dan kelenjar intestinal yang berfungsi untuk melumasi dan melindungi permukaan usus.

Deteksi keberadaan karbohidrat secara umum pada saluran pencernaan dapat dilakukan dengan metode histokimia (Ahmed *et al.*, 2009). Salah

satu cara deteksi keberadaan karbohidrat yaitu dengan metode *periodic acid Schiff* (PAS). PAS merupakan salah satu metode pewarnaan khusus yang bertujuan untuk melihat karakteristik karbohidrat netral dalam sel atau jaringan tubuh. Reaksi positif pewarnaan PAS ditandai dengan adanya warna magenta-merah pada jaringan yang diperiksa (Kiernan, 1990). Metode pewarnaan PAS telah diaplikasikan untuk mendeteksi distribusi karbohidrat netral pada esofagus dan proventrikulus ayam hutan merah (*Gallus gallus*) (Selan et al., 2020), pada kelenjar mandibularis dan lingualis ayam (*Gallus sp*) dan burung puyuh (*Coturnix coturnix*) (Adnyane et al., 2007), pada gizzard (Ventrikulus) ayam ketawa (*Gallus domestikus*) (Harianda, 2017). Hingga saat ini belum ada penelitian terkait ayam hutan hijau. Berdasarkan uraian di atas, perlu untuk dilakukan penelitian mengenai “Kajian Histokimia Sebaran Karbohidrat Netral pada Usus Halus Ayam Hutan Hijau (*Gallus Varius*) Asal Pulau Alor”

## METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga Juli 2022. Pembuatan preparat, pewarnaan *Periodic Acid Schiff* (PAS) serta pengamatan mikroskopik dilakukan di Laboratorium Anatomi, Fisiologi, Farmakologi dan Biokimia (AFFB) Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan Universitas Nusa Cendana.

### Pengambilan Sampel

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan. Sampel yang digunakan dalam penelitian merupakan sampel yang berasal dari usus ayam hutan hijau (*Gallus Varius*) sebanyak 3

ekor dari pulau Alor yang telah dikoleksi pada penelitian sebelumnya. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 9 diantaranya 3 sampel duodenum, 3 sampel jejunum dan 3 sampel ileum. Masing-masing sampel berukuran 5 cm. Ayam hutan hijau yang digunakan sebagai sampel adalah ayam hutan hijau jantan yang memiliki kisaran berat badan 600-800 gram dan kisaran umur 1-2 tahun.

### Pewarnaan *Periodic Acid Schiff* (PAS)

Pewarnaan PAS digunakan untuk mendeteksi jenis karbohidrat netral yang terdapat pada ketiga usus halus. Prosedur pewarnaan PAS mengacu pada Kiernan, (1990) dimulai dengan proses deparafinisasi jaringan menggunakan xylol sebanyak tiga kali ulangan masing-masing selama 5 menit dilanjutkan dengan proses rehidrasi menggunakan larutan alkohol dengan konsentrasi menurun 100%, 90%, 80%, dan 70% masing-masing selama 5 menit lalu dicelup ke dalam aquades sebanyak 2 kali. Selanjutnya dilakukan oksidasi jaringan dalam larutan *periodic acid* 0,5% selama lima menit, diikuti pembilasan dengan aquades. Jaringan kemudian dimasukkan ke dalam larutan Schiff reagent selama 15 menit kemudian dibilas dengan aquades 3 kali, masing-masing selama 5 menit. Pewarnaan dengan larutan hematoksilin untuk mewarnai inti sel selama 3 menit, bilas dengan air mengalir selama 10 menit. Kemudian dilakukan pembilasan dengan aquades selama lima menit dan mewarnai inti sel dengan hematoksilin. Setelah preparat diwarnai, prosedur terakhir adalah dehidrasi dengan cara dicelupkan pada alkohol 70%, 80%, 90% dan 100% lalu diangkat. *Clearing* dengan xylol I, xylol II, dan xylol III masing-masing selama 2 menit. Prosedur terakhir adalah *mounting*

menggunakan bahan perekat Entellan® dan ditutup dengan kaca penutup, dikeringkan dan amati di bawah mikroskop dengan perbesaran 10x dan 40x (Nasution *et al.*, 2014).

### Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Afinitas dan intensitas hasil pengamatan terhadap sebaran karbohidrat netral dilihat berdasarkan intensitas reaksi warna yang dihasilkan. Warna ungu magenta menunjukkan reaksi positif terhadap pewarnaan PAS. Reaksi yang dihasilkan dikelompokkan menjadi empat kelompok yaitu negative (-), lemah (+), sedang (++) dan kuat (+++).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sebaran Karbohidrat Netral pada Duodenum Ayam Hutan Hijau (*Gallus Varius*) Asal Pulau Alor

Secara mikroskopik, struktur histologi duodenum ayam hutan hijau memiliki dinding yang tersusun dari empat lapisan yaitu tunika mukosa, tunika submukosa, tunika muskularis dan tunika serosa (Mardhiah, 2015). Sebaran karbohidrat netral pada duodenum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) asal pulau Alor dapat dilihat pada tabel 1.

Table 1: Sebaran dan intensitas reaksi PAS pada duodenum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) asal pulau Alor

Lapisan	Reaksi PAS
Tunika Mukosa	
• Permukaan epitel	+
• Sel goblet	++
• Kripta liberkuhn	++
• Lamina propria	+
• Lamina muskularis mukosa	+

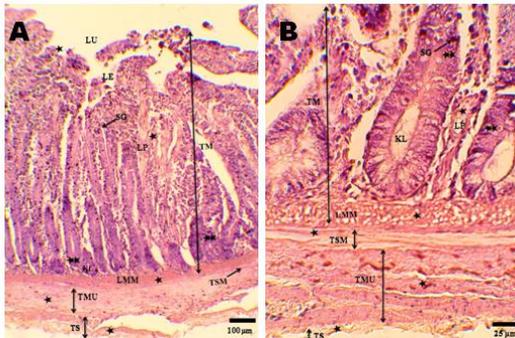
Tunika Submukosa	+
Tunika Muskularis	+
Tunika Serosa	+

Keterangan: (-) = negatif, (+) = lemah, (++) = sedang, (+++) = kuat

Berdasarkan tabel di atas, tunika mukosa duodenum menunjukkan hasil intensitas dari yang terlemah (+) hingga sedang (++) . Hal ini menunjukkan bahwa pada tunika mukosa terdapat karbohidrat netral. Penelitian yang dilakukan pada ayam buras (Dwijayanti, 2021) juga menunjukkan bahwa sel goblet dan kripta liberkuhn menunjukkan intensitas sedang (++) . Tunika mukosa merupakan lapisan yang dapat menghasikan mukus yang berfungsi sebagai pelindung saluran usus. Substansi mukus merupakan komponen makromolekul karbohidrat yang terutama ditemukan dalam bentuk glikoprotein, garam anorganik (Keskin *et al.*, 2012), proteoglikan, dan glikolipid (Kiernan, 1990). Salah satu sel penghasil mukus yang ada di tunika mukosa adalah sel goblet. Mukus glikoprotein yang dihasilkan oleh sel goblet ini berfungsi untuk melindungi sel epitelium intestinal dari pathogen dan membatasi pergerakan serta perletakan dari pathogen dan melumasi mukosa usus.

Lapisan usus duodenum yang memiliki intensitas lemah pada permukaan epitel (+), lamina propria (+) dan lamina muskularis mukosa (+) menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat netralnya sedikit. Karbohidrat netral ini adalah karbohidrat komponen penyusun sel dan matriks ekstra sel mukosa duodenum (Abden *et al.*, 2013). Contoh karbohidrat netral yaitu glikogen, glikoprotein dan glikolipid. Tetapi dengan perwarnaan PAS hanya dapat mendeteksi karbohidrat

netral secara umum. Tunika muskularis dan tunika serosa menunjukkan reaksi positif dengan intensitas lemah (+) terhadap PAS. Hal ini menunjukkan bahwa pada kedua tunika ini kandungan karbohidrat netralnya sedikit. Jumlah karbohidrat netral yang sedikit pada kedua lapisan ini diduga berperan sebagai salah satu komponen penyusun sel dan matriks ekstrasel yang menghasilkan energi untuk gerakan peristaltik usus (Abden *et al.*, 2013). Mikrofotografi duodenum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Mikrofotografi duodenum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) Asal Pulau Alor. (A) perbesaran 10X dan (B) perbesaran 40X. Intensitas sedang (bintang dua) dan intensitas lemah (bintang satu). LU: lumen, TM: tunika mukosa, LE: lamina epithelia, SG: sel goblet, LP: lamina propria, KL: kriptas Lieberkuhn, LMM: lamina muskularis mukosa, TSM: tunika submukosa, TMU: tunika muskularis dan TS: tunika serosa. Pewarnaan PAS.

### Sebaran Karbohidrat Netral pada Jejunum Ayam Hutan Hijau (*Gallus Varius*) Asal Pulau Alor

Secara histologi, dinding jejunum terdiri atas empat lapisan tunika yaitu tunika mukosa, tunika submukosa, tunika muskularis dan tunika serosa. Tunika mukosa jejunum terdiri atas lapisan epitelium, kriptas Lieberkuhn, lamina propria, dan lamina muskularis mukosa (Liebich, 2010). Berdasarkan

tabel dibawah, lapisan jejunum menunjukkan intensitas dari yang terlemah (+) hingga sedang (++) . Sebaran karbohidrat netral pada jejunum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) asal pulau Alor dapat dilihat pada tabel 2.

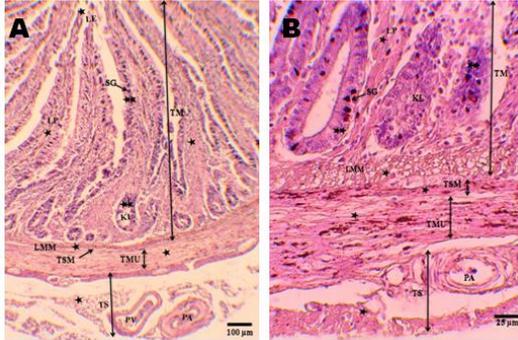
Table 2: Sebaran dan intensitas reaksi PAS pada jejunum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) asal pulau Alor

Lapisan	Reaksi PAS
Tunika Mukosa	
• Permukaan epitel	+
• Sel goblet	++
• Kriptas Lieberkuhn	++
• Lamina propria	+
• Lamina muskularis mukosa	+
Tunika submukosa	+
Tunika Muskularis	+
Tunika Serosa	+

Keterangan: (-) = negatif, (+) = lemah, (++) = sedang, (+++) = kuat

Berdasarkan tabel di atas, tunika mukosa menunjukkan hasil intensitas dari yang terlemah (+) hingga sedang (++) . Sel goblet dan kriptas Lieberkuhn menunjukkan intensitas sedang (++) yang menunjukkan bahwa kedua lokasi tersebut terdapat karbohidrat netral. Reaksi ini menunjukkan fungsi sel goblet sebagai sel sekretori yang menghasilkan substansi mukus yang mengandung karbohidrat asam dan netral yang berperan dalam proses pencernaan makanan tetapi jumlahnya tidak sebanyak di duodenum dan ileum (Firmansyah, 2018). Menurut Susari *et al.*, (2009), tunika mukosa pada jejunum lebih tipis dibandingkan pada duodenum dan ileum, hal ini yang menyebabkan jumlah sel goblet dan kriptas Lieberkuhn pada jejunum berjumlah lebih sedikit.

Mikrofotografi jejunum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Mikrofotografi jejunum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) Asal Pulau Alor. (A) perbesaran 10X dan (B) perbesaran 40X. Intensitas sedang (bintang dua) dan intensitas lemah (bintang satu). TM: tunika mukosa, LE: lamina epithelia, SG: sel goblet, LP: lamina propriam, KL: kripta Liberkuhn, LMM: lamina muskularis mukosa, TSM: tunika submukosa, TMU: tunika muskularis, TS: tunika serosa, PA: pembuluh arteri, dan PV: pembuluh vena. Pewarnaan PAS.

Tunika submukosa, tunika muskularis, dan tunika serosa saat bereaksi dengan pewarnaan PAS memiliki intensitas lemah (+) serta tidak menunjukkan perubahan warna terang. Menurut Abden *et al.*, (2013), ketiga tunika tersebut menghasilkan karbohidrat netral dengan jumlah yang sedikit karna tersusun dari komponen penyusun jaringan ikat, muskulus, pembuluh darah dan saraf. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat netralnya sedikit.

### Sebaran Karbohidrat Netral pada Ileum Ayam Hutan Hijau (*Gallus Varius*) Asal Pulau Alor

Secara histologi, dinding ileum terdiri atas empat lapisan yaitu tunika mukosa, tunika submukosa, tunika

muskularis dan tunika serosa. Sepanjang permukaan ileum terdapat banyak vili. Permukaan vili terdapat mikrovili yang berfungsi untuk mengabsorpsi hasil pencernaan (Suprijatna *et al.*, 2005). Sebaran karbohidrat netral pada ileum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) asal pulau Alor dengan pewarnaan PAS yang memiliki intensitas lemah (+) hingga sedang (++) dapat dilihat pada tabel 3.

Table 3: Sebaran dan intensitas reaksi PAS pada ileum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) asal pulau Alor

Lapisan	Reaksi PAS
Tunika Mukosa	
• Permukaan epitel	+
• Sel goblet	++
• Kripta liberkuhn	++
• Lamina propria	+
• Lamina muskularis mukosa	+
Tunika submukosa	+
Tunika Muskularis	+
Tunika Serosa	+

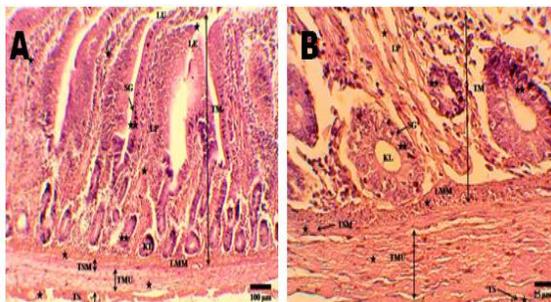
Keterangan: (-) = negatif, (+) = lemah, (++) = sedang, (+++) = kuat

Tabel di atas menunjukkan hasil intensitas sedang (++) pada sel goblet dan kripta liberkuhn. Menurut Siagian (2016), tunika mukosa ileum ayam hutan hijau membentuk vili yang dilapisi oleh epitel kolumnar simplek disertai banyak sel goblet. Terdapat mikrovili yang merupakan penonjolan secara mikroskopik yang dibentuk oleh lipatan membran epitel. Mikrovili berperan dalam memperluas proses penyerapan. Vili pada ileum lebih pendek dan lebar dibanding dengan vili pada duodenum dan jejunum (Mescher, 2010).

Tunika submukosa, tunika muskularis, dan tunika serosa saat bereaksi dengan pewarnaan PAS

memiliki intensitas lemah (+) serta tidak menunjukkan perubahan warna terang. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat netralnya sedikit. Jumlah karbohidrat netral yang sedikit pada tunika tersebut merupakan salah satu komponen penyusun sel dan matriks ekstrasel yang menghasilkan energi untuk gerakan peristaltik usus (Abden *et al.*, 2013).

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan pada ayam ketawa (*Gallus gallus domesticus*) yang menunjukkan intensitas sedang (++) pada tunika mukosa duodenum, jejunum dan ileum (Isman, 2016). Sedangkan hasil yang berbeda pada ayam buras (*Gallus domesticus*) (Dwijayanti *et al.*, 2021) dan burung elang tikus (*Elanus caeruleus*) (Hamdi *et al.*, 2013) yang menunjukkan bahwa sel goblet dan kriptas liberkuhn menunjukkan intensitas kuat (+++). Pada mukosa usus halus ayam buras dibawah masa inkubasi 18 hari menunjukkan hasil negatif (-) pada semua tunika dan menunjukkan intensitas sedang (++) sampai kuat (+++) pada masa inkubasi diatas 20 hari sampai hari ke-7 setelah menetas. Menurut Foye *et al.*, (2006), usus dan kelenjar instestinal akan mulai aktif saat masa inkubasi hari ke 18. Reaksi ini menunjukkan fungsi sel goblet sebagai sel sekretori yang menghasilkan substansi mukus yang mengandung karbohidrat asam dan netral yang berperan dalam proses pencernaan makanan.



Gambar 3. Mikrofotografi ileum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) Asal Pulau Alor. (A) perbesaran 10X dan (B) perbesaran 40X. Intensitas sedang (bintang dua) dan intensitas lemah (bintang satu). LU: lumen, TM: tunika mukosa, LE: lamina epithelia, SG: sel goblet, LP: lamina propriam, KL: kriptas Liberkuhn, LMM: lamina muskularis mukosa, TSM: tunika submukosa, TMU: tunika muskularis dan TS: tunika serosa. Pewarnaan PAS.

Penurunan intensitas reaksi pada sel goblet dan kriptas liberkuhn pada ayam hutan hijau diduga berkaitan dengan adanya regenerasi sel yang terjadi pada mukosa usus (Ahmed *et al.*, 2009). Faktor yang diduga mempengaruhi penurunan intensitas pada penelitian ini adalah faktor pakan. Pakan yang sering dikonsumsi oleh ayam hutan hijau sesuai dengan tempat asalnya antara lain rumput-rumputan, biji-bijian, serangga dan lain-lain. Menurut Siagian (2016), dan Usman *et al.*, (2010), jumlah dan kandungan pakan yang dikonsumsi dapat mempengaruhi daya kerja usus yang berfungsi dalam proses penyerapan nutrisi salah satunya seperti karbohidrat sehingga menghasilkan intensitas yang sedang hingga lemah. Karbohidrat netral dalam jumlah sedikit yang terdapat pada lapisan-lapisan usus tersebut diduga berperan sebagai salah satu komponen penyusun sel dan matriks ekstra sel yang menghasilkan energi untuk gerak peristaltik usus (Abden *et al.*, 2013).

## PENUTUP

Sebaran karbohidrat netral pada duodenum, jejunum dan ileum ayam hutan hijau (*Gallus varius*) asal pulau Alor menunjukkan reaksi positif terhadap pewarnaan PAS dengan

intensitas pewarnaan yang berbeda-beda pada seluruh tunika.

- Intensitas sedang (++) terlihat pada sel goblet dan kriptaliberkuhn.
- intensitas lemah (+) terlihat pada permukaan epitel, lamina propria, lamina muskularis mukosa, tunika submukosa, tunika muskularis, dan tunika serosa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abden AM, Monstafa NA, Abo-Eleneen RE, Elsadany DA. 2013. Anatomical Studies on The Alimentary Tract of The Egyptian Typhloid Snake *Rhamphotyphlops Braminus*. *Journal of American Science*, 9: 504-517.
- Adnyane I K, M. Agungpriyono, Srihadi. 2007. Morfologi Kelenjar Mandibularis dan Lingualis Ayam (*Gallus sp*) dan Burung Puyuh (*Coturnix coturnix*): dengan Tinjauan Khusus pada Distribusi dan Kandungan Karbohidrat. Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat.
- Ahmed, Y.A., A.A.E. El-Hafez, and A.E. Zayed. 2009. Histological and histochemical studies on the esophagus, stomach and small intestines of *Varanus niloticus*. *Journal Veterinary Anatomy*. 2(1): 35-48.
- Denbow, D.M. 2015. Gastrointestinal Anatomy and Physiology dalam *Sturkie's Avian Physiology*. Editor: C. G. Scanes. Elsevier, Chapter 14, hal: 338-343.
- Dwijayanti. B, Rahmi. E, Balqis U, Fitriani, Dian Masyitha, Dwinnal Aliza, dan Muslim Akmal. 2019. Histologi, Histomorfometri, dan Histokimia Usus Ayam Buras (*Gallus gallus domesticus*) Selama Periode Sebelum dan Setelah Menetas. Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. *Jurnal Agripet* Vol 21 (2): 128-140, Oktober 2021 p-ISSN: 1411-4625 | e-ISSN: 2460-4534
- Firmansyah A. 2018. Studi Histologi Usus Halus Sapi Aceh. [Abstrak]. Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Foye, O.T., Uni, Z., Ferket, P.R., 2006. Effect of in ovo feeding egg white protein, hydroxyl methyl butyrate, and carbohydrates on glycogen status and neonatal growth of turkeys. *Poult. Sci.* 85(1): 1185-1192.
- Hamdi, H., El-Ghareeb, A., Zaher, M. dan AbuAmod, F. 2013. Anatomical, Histological and Histochemical Adaptations of the Avian Alimentary Canal to Their Food Habits: II- *Elanus caeruleus*. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(10): 1355-1364
- Harianda. M Agus. 2017. Struktur Histologi Gizzard (Ventrikulus) Ayam Ketawa (*Gallus Domesticus*) Dengan Tinjauan Khusus Sebaran Kandungan Karbohidrat. Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Isman, F. A. 2016. "Studi Morfologi Usus pada Ayam Ketawa (*Gallus Domesticus*)". *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Keskin, N.P. Ili, and B. Sahin. 2012. Histochemical demonstration of mucosubstance in the Mouse Gastrointestinal Tract treated with *Organumhy pericifolium O*

- Schwartz and PH Davis extract. Afr J Biotechnol. 11: 2436-2444.
- Kiernan, J. A. 1990. Histological and Histochemical Method: Theory and Practice. Pergamon Press, Canada
- König H. E., Liebich H. G., Korbel, R. dan Klupiec C. 2016. "Digestive system (apparatus digestorius)" dalam "Avian Anatomy Textbook and Colour Atlas" Editor: H. E. König, R. Korbel, dan H. G. Liebich. 5m Publishing. Chapter 6, halaman: 105.
- Liebich Hans-Georg. 2010. "Veterinary Histologi of Domestic Mammals and Birds Texbook And Colour Atlas". 5<sup>th</sup> Edition. Chapter 10, halaman: 224-225.
- Mardhiah Ainun. 2015. "Kajian Perbandingan Histologi Usus Halus dan Usus Kasar antara Ayam Hutan (Gallus Gallus) Dan Ayam Ras". Medik Veteriner Muda Balai Pembibitan Ternak Unggul Hijauan Pakan Ternak, Indrapuri. 33-34.
- Mescher AL. 2010. *Junqueira's Basic Histology*. 12th ed. USA: The McGraw- Hill Companies, Inc.
- Nasution I, Saputra, Alfajri, Hamnyl M, Jalaluddin, Wahyuni S. 2014. "Sebaran Karbohidrat pada Kelenjar Ludah Biawak Air (*Varanus salvator*)". Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Syiah Kuala: Aceh. ISSN: 1411 – 8327.
- North, M.O. and Bell.D.D. 1990. Comercial Chicken Production Manual Fouth Etd. The Avi Publ. Co. inc Wespart. Connrcticut.
- Rahmanto, R. 2012. Struktur Histologik Usus Halus dan Efisiensi Pakan Ayam Kampung dan Ayam pedaging. Skripsi. Pendidikan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Selan, Y.N., Amalo, F.A., Maha, I.T., Deta, H.U. dan Teme, A.B.Y. 2020. Histomorfologi dan Distribusi Karbohidrat Netral Pada Esofagus dan Proventrikulus Ayam Hutan Merah (*Gallus Gallus*) Asal Pulau Timor. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 8(1): 7-13.
- 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 Hasanudin.
- Sibley, C.G. and B.L. Monroe. 1990. Distribution and Taxonomy of Birds of the World. New Haven & London. Yale University Press. P 1111.
- Sulandari S, Zein MSA, Paryanti S, Sartika T. 2007. Taksonomi dan asal usul ayam domestikasi. Dalam buku Keragaman Sumber Daya Hayati Ayam Lokal Indonesia: Manfaat dan Potensi. Editor: Prof. Kusumo Diwyanto dan Siti Nuramaliati Prijono. Pusat Penelitian Biologi, LIPI. Edisi Pertama. Hal.:7-24
- Suprijatna, E., Atmomarsono, dan R. Kartasudjana. 2005. "Ilmu Dasar Ternak Unggas". Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo & S. Lehdosoekojo. 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta

Usman, Ahmad Nur Ramdani. 2010.  
“Pertumbuhan Ayam Broiler  
(Melalui Sistem Pencernannya)  
Yang Diberi Pakan Nabati Dan  
Komersial Dengan Penambahan  
Dysapro”. Institute Pertanian  
Bogor. Bogor.