

## Residu Gula Glikokonjugat pada Lambung Depan Kerbau Rawa (*Bubalus bubalis*) Kalimantan Selatan

(SUGAR RESIDU OF GLYCOCONJUGATES IN FORESTOMACH  
OF SOUTH KALIMANTAN SWAMP BUFFALO (*BUBALUS BUBALIS*))

Anni Nurliani<sup>1</sup>, Teguh Budi Pitojo<sup>2</sup>, Dwi Liliek Kusindarta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Anatomi dan Fisiologi, Program Studi Biologi,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Ahmad Yani Km 35.8,  
Banjarbaru 70714, Kalimantan Selatan

Telp/Fax: +62-511-4773868, E-mail: nurliani\_anni@yahoo.co.id

<sup>2</sup>Laboratorium Anatomi, Fakultas Kedokteran Hewan,  
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55284

### ABSTRAK

Kemampuan kerbau rawa beradaptasi pada lingkungan rawa diduga didukung oleh efisiensi sistem pencernaannya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi pencernaan kerbau rawa dengan mengidentifikasi jenis dan distribusi glikokonjugat pada daerah lambung depan kerbau rawa. Enam ekor kerbau rawa jantan berumur di atas 2,5 tahun dan bobot badan 300-400 kg digunakan dalam penelitian ini. Sampel diperoleh dari rumah potong hewan (RPH) Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Setiap bagian lambung depan meliputi rumen, retikulum, dan omasum diambil dan selanjutnya dilakukan pemrosesan jaringan untuk pengamatan mikroskopis dengan pewarnaan hematoxilin eosin (HE) dan alcian blue-periodic acid schiff (AB-PAS). Residu gula glikokonjugat dideteksi dengan pewarnaan histokimia lektin wheat germ agglutinin (WGA), ulex europaeus agglutinin (UEA), ricinus communis agglutinin (RCA), concanavalin agglutinin (Con A), dan soybean agglutinin (SBA). Setiap bagian lambung depan memiliki jenis glikokonjugat yang spesifik dengan pola distribusi khas yang berbeda dengan ruminansia lain, sesuai dengan fungsinya pada bagian tersebut. Keberadaan glikokonjugat D manosa/D glukosa yang sangat dominan pada daerah lambung depan diduga berperan penting dalam mendukung fungsi pencernaan fermentatif pada kerbau rawa, melalui fungsinya sebagai reseptor perlekatan bakteri. Hal ini diduga merupakan karakteristik khusus dalam sistem pencernaan kerbau rawa yang menyebabkan efisiensi pencernaan kerbau rawa menjadi tinggi.

Kata-kata kunci : glikokonjugat, lambung depan, kerbau rawa, lektin

### ABSTRACT

The ability of swamp buffaloes to adapt with swamp environment was suggested to be supported by their digestive system efficiency. The research was done to obtain scientific explanation about digestive efficiency of swamp buffalo by identification on kinds and distribution of glycoconjugates in swamp buffalo forestomach. Six male swamp buffaloes aged more than 2.5 year old and had body weight between 300-400 kg were used in this study. Samples were obtained from Regency of Banjar slaughter house, South Kalimantan. Every parts of the forestomach included rumen, reticulum, and omasum was taken and processed for microscopic observation with hematoxyline eosin (HE) and alcian blue-periodic acid schiff (AB-PAS) stainings. Sugar residues of glycoconjugates were localized with lectin histochemistry wheat germ agglutinin (WGA), ulex europaeus agglutinin (UEA), ricinus communis agglutinin (RCA), concanavalin agglutinin (Con A), and soybean agglutinin (SBA). Every part of swamp buffalo forestomach had kinds of specific glycoconjugates with special distribution pattern which were different with other ruminant, and were suitable for their functions in that part. The existence of D mannose/D glucose glycoconjugates that was dominant in forestomach estimated that had important role in supporting fermentative digestion function in swamp buffalo, through its function as receptor bacteria attachment. This is suggested as a special characteristic in digestive system of swamp buffalo which causes high digestive efficiency in swamp buffalo.

Key words : glycoconjugates, forestomach, swamp buffalo, lectin

## PENDAHULUAN

Kerbau rawa (*Bubalus bubalis*) merupakan plasma nutfah Propinsi Kalimantan Selatan yang sudah lama beradaptasi dan berkembang di wilayah rawa. Kemampuan kerbau rawa dalam beradaptasi pada lingkungan rawa yang memiliki sumber daya pakan terbatas, diduga didukung oleh faktor kemampuan efisiensi sistem pencernaannya. Menurut Kapoor *et al.*, (1975), kemampuan efisiensi pencernaan yang dimiliki oleh suatu spesies juga erat hubungannya dengan glikokonjugat pada substansi mukus saluran pencernaan yang memiliki banyak peran dalam kegiatan pengolahan makanan. Produksi mukus yang melimpah oleh bermacam-macam jaringan epitel secara utama memiliki fungsi protektif, tetapi kemungkinan terlibat pada proses fisiologi yang lain (Liquori *et al.*, 2007), seperti pelumasan/lubrikasi, peningkatan efisiensi pencernaan, peningkatan absorpsi makromolekul dan fungsi osmotik (Domeneghini *et al.*, 2005), serta sebagai reseptor perlekatan bakteri ke sel inang (Meng *et al.*, 1998).

Pencernaan fermentatif sangat penting bagi ruminansia karena membantu ruminansia untuk mencerna makanan berserat dengan kadar selulosa tinggi. Pencernaan fermentatif dilakukan di lambung depan. Menurut Suganuma *et al.*, (1981), setiap daerah di sepanjang saluran pencernaan memiliki jenis glikokonjugat yang bervariasi menurut fungsinya. Sampai saat ini laporan mengenai jenis dan pola distribusi glikokonjugat lambung depan kerbau rawa belum tersedia. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengkaji efisiensi

pencernaan kerbau rawa dengan mengidentifikasi jenis dan distribusi glikokonjugat pada daerah lambung depan.

## METODE PENELITIAN

Enam ekor kerbau rawa jantan, dewasa dengan umur di atas 2,5 tahun, bobot badan 300-400 kg digunakan dalam penelitian ini. Sampel diperoleh dari rumah potong hewan (RPH) Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Setiap bagian lambung depan meliputi rumen, retikulum, dan omasum diambil untuk pengamatan mikroskopis. Pemrosesan jaringan untuk pengamatan mikroskopis dikerjakan sesuai dengan prosedur Clark (1981), meliputi fiksasi, dehidrasi, *clearing*, infiltrasi, *embedding*, *sectioning*, dan *mounting*. Jaringan diwarnai dengan hematoksin eosin (HE) untuk mengamati morfologi secara umum, *alcian blue-periodic acid schiff* (AB-PAS) untuk mengamati kandungan mukopolisakarida dan pewarnaan histokimia lektin untuk mendeteksi residu gula glikokonjugat. Rincian lektin yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 1.

Pada pewarnaan histokimia lektin jaringan yang siap diwarnai terlebih dahulu melalui proses deparafinasi, rehidrasi, *blocking endogenous* peroksidase dalam metanol yang mengandung 0,3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dan dicuci dengan *phosphate buffered saline* (PBS). Jaringan diinkubasi dengan lektin yang terbiotinilasi (5µg/mL, BK-1000, Vector Lab. Inc. USA) selama satu malam dan dicuci kembali dengan PBS. Jaringan selanjutnya diinkubasi dengan *avidin-biotin-peroxidase complex* (ABC *Elite* kit, PK-

Tabel 1. Lektin yang digunakan untuk penentuan komposisi glikokonjugat lambung kerbau rawa dan spesifisitas karbohidratnya

Sumber Lektin	Nama Lektin	Spesifisitas	Konsentrasi (µg/mL)
<i>Canavalia ensiformis</i>	<i>Concanavalin Agglutinin</i> (Con A)	D Man/D Glu	5
<i>Ricinus communis</i>	<i>Ricinus Communis Agglutinin</i> (RCA)	D Gal	5
<i>Ulex europaeus</i>	<i>Ulex Europaeus Agglutinin</i> (UEA)	L Fuk	5
<i>Triticum vulgare</i>	<i>Wheat Germ Agglutinin</i> (WGA)	NasGlu	5
<i>Glycine max</i>	<i>Soybean Agglutinin</i> (SBA)	NasGal	5

D Man/D Glu = D Manosa/D Glukosa  
 D Gal = D Galaktosa  
 L Fuk = L Fukosa  
 NasGlu = N asetilglukosamin  
 NasGal = N asetilgalaktosamin

61000, Vector Lab. Inc. USA) selama 30 menit dan dicuci dengan PBS. Sediaan jaringan diinkubasi dengan 3,3'-*diaminobenzidine hydrochloride* (DAB) dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> selama 5-20 menit lalu dicuci kembali dengan PBS. Jaringan melalui proses *counterstain* dengan Mayers Hematoksin, lalu dimasukkan ke air mengalir selama 10-15 menit. Jaringan didehidrasi pada seri alkohol bertingkat, *clearing* dalam xilol, *mounting* dan diperiksa di bawah mikroskop cahaya (Nisa, 2010).

Intensitas reaktivitas histokimia lektin ditentukan berdasarkan hasil pengamatan terhadap visualisasi lektin pada jaringan yang dibagi menjadi empat kategori, yaitu :

- a. Negatif (-); apabila tidak dijumpai reaktivitas warna terhadap lektin yang ditandai dengan tidak adanya warna coklat pada jaringan.
- b. Lemah (+); apabila terlihat intensitas warna coklat yang lemah pada jaringan.
- c. Cukup (++); apabila terlihat intensitas warna coklat yang cukup kuat pada jaringan.
- d. Kuat (+++); apabila terlihat intensitas warna coklat yang kuat pada jaringan.

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan gambar, selanjutnya dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa struktur histologi rumen, retikulum, dan omasum kerbau rawa serupa dengan ruminansia lain (Gambar 1). Struktur histologi tersebut mendukung terlaksananya fungsi pencernaan fermentatif.

Epitel mukosa rumen yang berkeratin memberikan perlindungan fisik, membantu memetabolisme asam lemak *volatil* (VFA), dan mengabsorpsi bermacam-macam metabolit, serta menyediakan lapisan yang ideal untuk pertumbuhan bakteri dan protozoa. Lapisan otot *tunika muskularis* rumen, bertanggung jawab dalam percampuran mekanis ingesta, pemindahan gas melalui kontraksi otot sehingga terjadi *eruktasi*, dan *regurgitasi*. Lapisan otot polos rangkap pada *lamina muskularis mukosa* omasum yang berkembang baik pada kerbau rawa memungkinkan omasum mampu memecah makanan berserat secara mekanis dengan sangat efektif.

Pada pewarnaan AB-PAS, sel-sel *lamina epitelialis mukosa* rumen, retikulum, dan omasum mengandung mukopolisakarida asam dan netral, kecuali sel *stratum korneum rumen*. *Lamina propria mukosa* papila omasum menunjukkan adanya kandungan mukopolisakarida asam (Gambar 2).

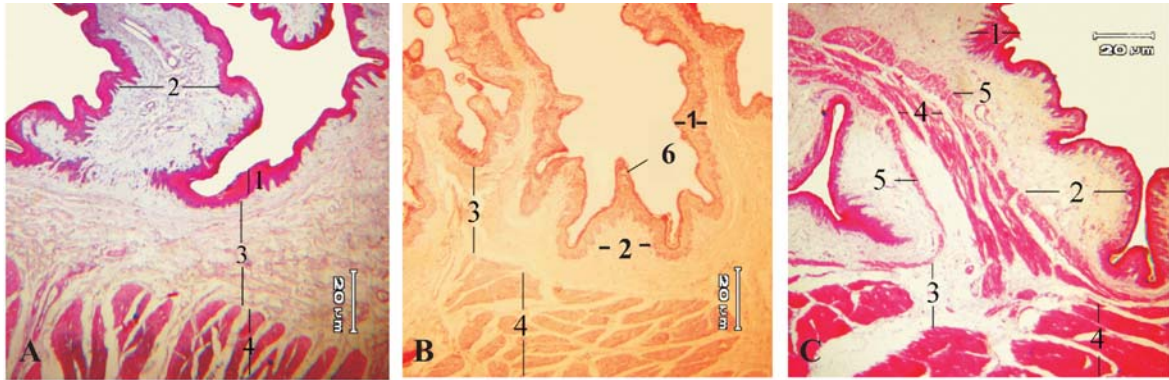
Kandungan mukopolisakarida asam dan netral yang menjadi ciri untuk daerah lambung depan kerbau rawa diduga menandakan kompleksitas pada sekret yang dihasilkan. Kompleksitas jenis mukopolisakarida yang terkandung diduga juga memiliki kompleksitas pada fungsi yang dibawa dalam mendukung fungsi pencernaan fermentatif pada kerbau rawa. Mukopolisakarida netral yang terkandung pada daerah lambung depan diduga berfungsi dalam hal perlindungan terhadap perlukaan secara mekanis (Wallace dan Granger, 1996), bertindak sebagai buffer (Scocco *et al.*, 1996), dan berperan dalam fungsi absorptif (Murray *et al.*, 1996). Mukopolisakarida asam memainkan peranan penting dalam menentang invasi patogen potensial (Schauer, 1982), serta melumasi/lubrikasi dan proteksi pada saluran pencernaan (Werner *et al.*, 1982).

Pewarnaan histokimia lektin menunjukkan bahwa sel-sel di lapisan *stratum korneum*, *stratum granulosum*, *stratum spinosum*, dan *stratum basale* rumen kerbau rawa hanya bereaksi positif terhadap Con A (Gambar 3). Sel-sel tersebut bereaksi negatif terhadap WGA, SBA, RCA, dan UEA.

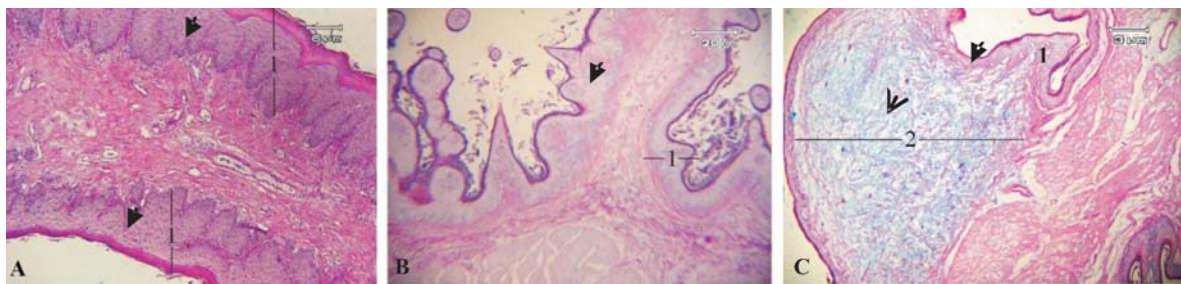
*Lamina epitelialis mukosa* retikulum hanya bereaksi positif terhadap lektin RCA dan Con A. Reaksi positif terhadap RCA hanya ditunjukkan pada sel *stratum korneum*, dan *stratum basale*, sedangkan reaksi positif terhadap Con A ditunjukkan pada seluruh lapisan sel *stratum korneum*, *stratum granulosum*, *stratum spinosum*, dan *stratum basale*. Reaktivitas terhadap RCA dan Con A menunjukkan jenis mukopolisakarida netral yang terkandung adalah D galaktosa dan D manosa/D glukosa (Gambar 4).

*Lamina epitel mukosa* omasum bereaksi positif terhadap lektin WGA, RCA dan Con A yang menunjukkan bahwa jenis mukopolisakarida netral yang terkandung adalah D-N asetilglukosamin, D galaktosa, dan D manosa/D glukosa. Reaksi positif terhadap WGA dan RCA diperlihatkan pada sel *stratum korneum* dan *stratum basale*. Reaksi positif terhadap

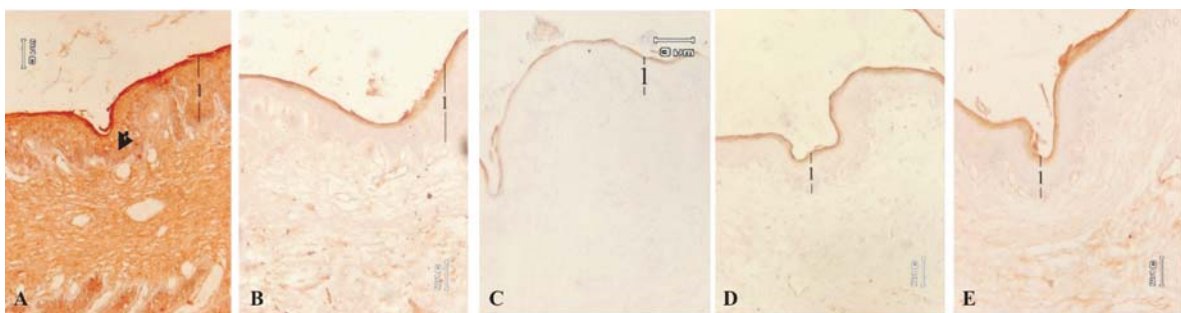




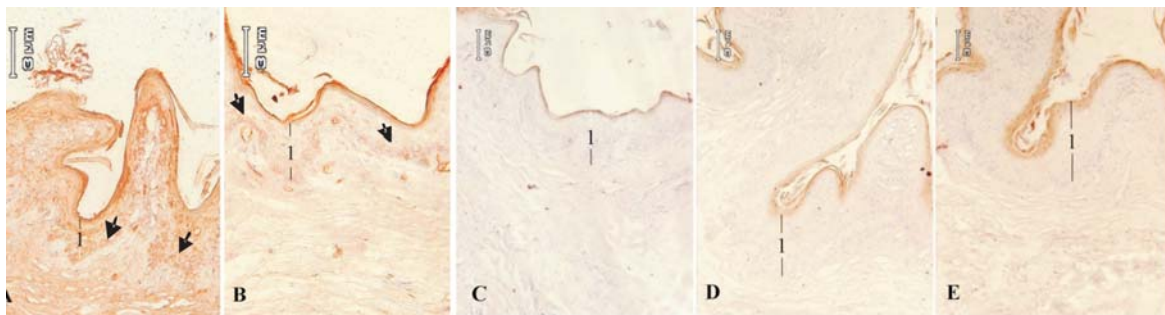
Gambar 1. Gambaran histologis rumen (A), retikulum (B) dan omasum (C) kerbau rawa dengan pewarnaan HE. Struktur histologis rumen, retikulum dan omasum kerbau rawa serupa dengan ruminansia lainnya. 1. *Lamina epithelialis mukosa*; 2. *Lamina propria mukosa*; 3. *Tunica submukosa*; 4. *Tunica muskularis*; 5. *Lamina muskularis mukosa*; 6. *Papila retikuli*



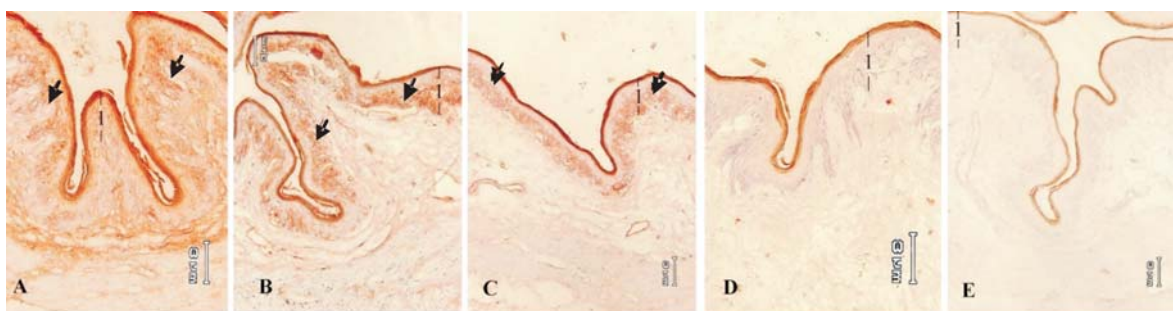
Gambar 2. Gambaran histokimia rumen (A), retikulum (B) dan omasum (C) kerbau rawa dengan pewarnaan AB-PAS. Sel-sel *lamina epithelialis mukosa* (1) menunjukkan reaksi positif terhadap AB-PAS ditandai dengan terpulasnya daerah menjadi ungu (↖) yang menunjukkan adanya kandungan mukopolisakarida asam dan netral, kecuali sel *stratum korneum* rumen. *Lamina propria mukosa* (2) papila omasum menunjukkan reaksi positif terhadap AB ditandai dengan terpulasnya daerah ini menjadi biru kehijauan (↖) yang menunjukkan adanya kandungan mukopolisakarida asam.



Gambar 3. Gambaran reaktifitas glikokonjugat pada daerah rumen kerbau rawa dengan pewarnaan histokimia lektin Con A (A), RCA (B), WGA (C), UEA (D), dan SBA (E). *Lamina epithelialis mukosa* (1) hanya menunjukkan reaksi positif terhadap Con A (A), ditandai dengan terpulasnya bagian ini menjadi coklat dengan intensitas cukup hingga kuat (↖) yang menunjukkan adanya kandungan glikokonjugat D manosa/D glukosa. Reaksi negatif ditunjukkan *lamina epithelialis mukosa* terhadap RCA (B), SBA (C), WGA (D), dan UEA (E).



Gambar 4. Gambaran reaktifitas glikokonjugat pada daerah retikulum kerbau rawa dengan pewarnaan histokimia lektin Con A (A), RCA (B), WGA (C), UEA (D), dan SBA (E). *Lamina epithelialis mukosa* (1) meliputi sel *stratum korneum*, *stratum granulosum*, *stratum spinosum* dan *stratum basale* menunjukkan reaksi positif pada Con A, ditandai dengan terpulasnya bagian ini menjadi coklat dengan intensitas cukup hingga kuat (↘) yang menunjukkan adanya kandungan glikokonjugat D manosa/D glukosa. *Lamina epithelialis mukosa* (1) juga menunjukkan reaksi positif terhadap RCA pada bagian sel *stratum korneum* dan *stratum basale* dengan intensitas lemah (↘) yang menunjukkan adanya kandungan glikokonjugat D galaktosa. Reaksi negatif ditunjukkan *lamina epithelialis mukosa* (1) terhadap WGA, UEA, dan SBA.



Gambar 5. Gambaran reaktifitas glikokonjugat pada daerah omasum kerbau rawa dengan pewarnaan histokimia lektin Con A (A), WGA (B), RCA (C), UEA (D) dan SBA (E). *Lamina epithelialis mukosa* (1) menunjukkan reaksi positif terhadap Con A, ditandai dengan terpulasnya bagian ini menjadi coklat dengan intensitas cukup hingga kuat (↘) yang menunjukkan adanya kandungan glikokonjugat D manosa/D glukosa. *Lamina epithelialis mukosa* (1) juga menunjukkan reaksi positif terhadap WGA dengan intensitas cukup (↘) yang menunjukkan adanya kandungan glikokonjugat D-N asetil glukosamin. Selain itu, *lamina epithelialis mukosa* (1) juga menunjukkan reaksi positif terhadap RCA dengan intensitas lemah (↘) yang menunjukkan adanya kandungan glikokonjugat D galaktosa. Reaksi negatif ditunjukkan *lamina epithelialis mukosa* (1) terhadap UEA, dan SBA.

WGA diperlihatkan pada seluruh lapisan sel meliputi sel *stratum korneum*, *stratum granulosum*, *stratum spinosum*, dan *stratum basale*. *Lamina propria mukosa* omasum bereaksi negatif terhadap semua jenis lektin karena daerah ini mengandung mukopolisakarida asam (Gambar 5).

Keberadaan glikokonjugat D manosa/D glukosa yang sangat dominan pada lambung depan diduga berperan penting dalam

mendukung fungsi pencernaan fermentatif pada kerbau rawa, melalui fungsinya sebagai reseptor perlekatan bakteri. Adanya kandungan glikokonjugat D manosa/D glukosa pada rumen kerbau rawa ini sesuai dengan penelitian Baintner *et al.*, (1993) yang menunjukkan bahwa spesies bakteri rumen, seperti *Ruminococcus flavefaciens*, *albus*, dan *Fibrobacter succinogenes* bereaksi dengan lektin-lektin yang berikatan secara khusus dengan glukosa atau manosa, dan

Tabel 2. Pola reaktifitas lambung depan kerbau rawa terhadap pewarnaan histokimia lektin Con A, RCA, UEA, WGA, dan SBA

Daerah Pengamatan	Con A	RCA	UEA	WGA	SBA
<b>Rumen</b>					
Sel <i>stratum korneum</i>	(++ ~ +++)	-	-	-	-
Sel <i>stratum granulosum</i>	(++ ~ +++)	-	-	-	-
Sel <i>stratum spinosum</i>	(++ ~ +++)	-	-	-	-
Sel <i>stratum basale</i>	(++ ~ +++)	-	-	-	-
<b>Retikulum</b>					
Sel <i>stratum korneum</i>	(++ ~ +++)	(+)	-	-	-
Sel <i>stratum granulosum</i>	(++ ~ +++)	-	-	-	-
Sel <i>stratum spinosum</i>	(++ ~ +++)	-	-	-	-
Sel <i>stratum basale</i>	(++ ~ +++)	(+)	-	-	-
<b>Omasum</b>					
Sel <i>stratum korneum</i>	(++ ~ +++)	(+)	-	(++)	-
Sel <i>stratum granulosum</i>	(++ ~ +++)	-	-	-	-
Sel <i>stratum spinosum</i>	(++ ~ +++)	-	-	-	-
Sel <i>stratum basale</i>	(++ ~ +++)	(+)	-	(++)	-

(-) = tidak ada reaktifitas/negatif  
 (+) = reaktifitas lemah  
 (++) = reaktifitas cukup  
 (+++) = reaktifitas kuat

Con A = *Concanavalin Agglutinin*  
 RCA = *Ricinus Communis Agglutinin*  
 UEA = *Ulex Europaeus Agglutinin*  
 WGA = *Wheat Germ Agglutinin*  
 SBA = *Soybean Agglutinin*

*F. succinogenes* juga bereaksi dengan lektin spesifik galaktosa.

Adanya glikokonjugat D manosa/D glukosa sebagai reseptor perlekatan yang tepat dan cukup diduga menyebabkan populasi bakteri menjadi meningkat yang secara langsung berdampak pada peningkatan proses fermentasi dan secara tidak langsung berdampak pada peningkatan kemampuan absorpsi produk fermentasi melalui proses pencernaan sel berkeratin oleh bakteri (Cheng *et al.*, 1979; McGavin dan Morrill, 1976). Peningkatan fungsi pencernaan fermentatif dengan adanya glikokonjugat D manosa/D glukosa ini menunjukkan bahwa kerbau rawa mengembangkan fungsi pencernaan fermentatif dengan baik. Pola reaktivitas lambung kerbau rawa terhadap pewarnaan histokimia lektin dirangkum dalam Tabel 2.

Uraian hasil secara keseluruhan menunjukkan bahwa setiap daerah lambung depan kerbau rawa, meliputi rumen, retikulum, dan omasum memiliki jenis glikokonjugat spesifik dengan pola distribusi yang khas yang berbeda dengan ruminansia lain, sesuai dengan fungsinya pada bagian tersebut.

## SIMPULAN

Keberadaan glikokonjugat D manosa/D glukosa yang sangat dominan pada daerah lambung depan berperan penting dalam mendukung fungsi pencernaan fermentatif pada kerbau rawa, melalui fungsinya sebagai reseptor perlekatan bakteri. Hal ini diduga merupakan karakteristik khusus dalam sistem pencernaan kerbau rawa yang menyebabkan efisiensi pencernaan kerbau rawa menjadi tinggi.

## SARAN

Perlu penelitian lanjutan mengenai identifikasi glikokonjugat terhadap daerah lambung depan kerbau rawa dengan menggunakan jenis lektin yang berbeda yang memiliki spesifisitas terhadap glikokonjugat asam.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada



Dirjen Dikti yang telah memberikan beasiswa BPPS untuk mengikuti program Pascasarjana di UGM (2009), serta semua staf Lab. Mikroanatomi FKH UGM yang telah membantu penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Baintner K, Duncan SH, Stewart CS, Pusztai A. 1993. Binding and degradation of lectins by components of rumen liquor. *Appl Bacteriol* 74: 29–35.
- Cheng KJ, McCowan RP, Costerton JW. 1979. Adherent Epithelial Bacteria in Ruminants and their Roles in Digestive Tract Function. *Am J Clinic Nut* 32: 139-148.
- Clark G. 1981. Staining Procedures. 4<sup>th</sup> ed. USA: William & Wilkins. Pp 1-26.
- Domeneghini C, Arrighia S, Radaelli G, Bosia G, Veggetti A. 2005. Histochemical analysis of glycoconjugate secretion in the alimentary canal of *Anguilla anguilla* L. *Acta Histochem* 106: 477–487.
- Kapoor BG, Smith H, Verighina IA. 1975. The Alimentary Canal and Digestion in Teleost. *Adv Marine Biol* 63: 301-308.
- Liquori GE, Maria M, Sara Z, Domenico F. 2007. Glycoconjugate histochemistry of the digestive tract of *Triturus carnifex* (Amphibia, Caudata). *Mol Hist* 38: 191–199.
- McGavin MD, Morrill JL. 1976. Scanning Electron Microscopy of Ruminant Papilla in Calves Fed Various and Form of Roughage. *Am J Vet Res* 37: 497-508.
- Meng Q, Kerley MS, Russel TJ, Allee GL. 1998. Lectin-Like Activity of *Escherichia coli* K88, *Salmonella choleraesuis*, and *Bifidobacteria pseudolongum* of Porcine Gastrointestinal Origin. *Anim Sci* 76: 551-556.
- Murray HM, Wright GM, Goff GP. 1996. A Comparative Histological and Histochemical Study of the Post-Gastric Alimentary Canal from Three Species of Pleuronectid, the Atlantic halibut, the Yellowtail Flounder and the Winter flounder. *Fish Biol* 48: 187-206.
- Nisa C, Agungpriyono S, Kitamura N, Sasaki M, Yamada J, Sigit K. 2010. Morphological Features of the Stomach of Malayan Pangolin, *Manis javanica*. *Anat Histol Embryol* 39: 432-439.
- Scocco P, Ceccarelli P, Menghi G. 1996. Glycohistochemistry of the *Tilapia spp.* Stomach. *Fish Biol* 49: 584–593.
- Schauer R. 1982. Chemistry, Metabolism and Biological Functions of Sialic Acids. *Adv Carbohydr Chem Biochem* 40: 131-234.
- Suganuma T, Katsuyama T, Tsukahara M., Tatematsu M, Sakakura Y, Murata F. 1981. Comparative histochemical study of alimentary tracts with special reference to the mucous neck cells of the stomach. *Am J Anat* 161: 219-238.
- Wallace JL, Granger DN. 1996. The cellular and molecular basis of gastric mucosal defense. *Faseb J* 10: 731–740.
- Werner R, Eckart K, Christian B, Wolfgang G. 1982. Biological Significance of Sialic Acid. In R. Schauer. (Ed) *Sialic acid: Chemistry, Metabolism and Function, Cell Biology Monograph*, Volume 10. New York: Springer Verlag, Vien. Pp 263-305.