

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Proses Pencernaan pada Sapi Perah

Ternak ruminansia memiliki proses ruminasi yang terjadi dalam 4 tahap, yaitu regurgitasi, reinsalivasi, remastikasi, dan redeglutasi (Colville dan Bassert, 2016). Proses fermentasi pakan terjadi di rumen karena rumen mengandung bakteri dan protozoa (Flanders dan Gillespie, 2015). Proses fermentasi oleh bakteri rumen dilakukan secara anaerob sehingga asam piruvat akan diubah menjadi *volatile fatty acids* (VFA) berupa asetat, butirir, propionat. Asam propionat akan dibawa menuju hati untuk mensintesis glukosa, lalu glukosa akan digunakan kelenjar mammae untuk mensintesis laktosa susu yang juga menentukan jumlah produksi susu (Aggarwal dan Upadhyay, 2013), asam butirir dan asetat diserap hati dan tidak dapat dimetabolis menjadi glukosa, tetapi asam butirir dapat dimetabolis menjadi beta hidroksibutirat (keton) yang mudah dimetabolis jaringan selain menjadi glukosa. Asetat dan butirir digunakan jaringan adipose kelenjar mammae dalam mensintesis asam lemak (Colville dan Bassert, 2016).

Tingginya kadar VFA akibat pemberian pakan konsentrat dapat menyebabkan pH rumen menjadi asam dan menghasilkan gas karbondioksida serta gas metana dalam jumlah banyak karena proses fermentasi berlangsung dengan cepat, sehingga dapat menyebabkan kembung dan asidosis (Colville dan Bassert, 2016). Asidosis yang terjadi akibat kadar VFA yang meningkat dapat mengakibatkan disfungsi rumen yang ditandai dengan berkurangnya populasi

mikroba rumen karena ketidakcocokan pH untuk hidup dan merusak dinding usus sehingga penyerapan nutrisi menjadi tidak maksimal (Bath dkk., 1984), mengurangi nafsu makan, dan dapat menurunkan produksi susu (Constable dkk., 2017).

## 2.2. *Sodium bicarbonate* ( $\text{NaHCO}_3$ ) atau (Soda Kue)

*Sodium bicarbonate* adalah senyawa kimia dengan rumus  $\text{NaHCO}_3$ , senyawa ini berbentuk halus dengan rasa asin yang terdiri dari ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{HCO}_3^-$  (Praja, 2015). Senyawa ini didapat dari pencampuran basa kuat ( $\text{NaOH}$ ) dengan asam lemah ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). *Sodium bicarbonate* dapat mempertahankan pH dan meningkatkan fermentasi pakan berserat rendah di dalam rumen (Wittayakun dkk., 2015). Tujuan lain pemberian *buffer* adalah mendorong konsumsi pakan, karena *buffer* dapat mempengaruhi palatabilitas terhadap pakan (Bath dkk., 1984). *Sodium bikarbonat* akan bereaksi dengan asam hidroklorida ( $\text{HCl}$ ) dalam lambung untuk membentuk natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ),  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2\text{O}$ .  $\text{HCO}_3^-$  yang tidak menetralkan asam lambung akan menuju usus halus dan diserap (Turnberg dkk., 1970).

Pakan rendah serat kasar seperti konsentrat menghasilkan lebih banyak VFA dibanding hijauan karena pakan jenis tersebut lebih cepat terfermentasi dan diserap. Namun jumlah VFA yang terlalu banyak dapat mengakibatkan kondisi rumen menjadi asam (Colville dan Bassert, 2016). Kondisi rumen yang asam dapat mengganggu keberlangsungan hidup mikroba rumen sebab mikroba tersebut ada yang tidak dapat hidup dalam kondisi asam, akibatnya proses fermentasi

pakan dapat terhambat (Bath dkk., 1984). Ion  $\text{HCO}_3^-$  yang terurai dari *sodium bicarbonate* akan memberi substrat pada bakteri rumen untuk menjaga proses fermentasi pakan (Wittayakun dkk., 2015).

Pemberian *sodium bicarbonate* akan meningkatkan konsumsi pakan dan meningkatkan produksi susu sebab nutrisi yang tercerna semakin banyak dan menaikkan perbandingan asetat dan *propionate* sehingga kandungan lemak ikut meningkat (Wester, 2002). Adanya sedikit peningkatan kadar hematokrit akibat pemberian *sodium bicarbonate* dalam pakan dapat menunjukkan dehidrasi ringan atau terjadinya ketidakseimbangan cairan tubuh (Emery dkk., 1964). National Research Council (1989) menyatakan bahwa  $\text{NaHCO}_3$  perlu ditambahkan dalam pakan sebanyak 1,2 – 1,6 % dari jumlah konsentrat atau setara dengan 0,6 – 0,9% dari jumlah BK.

### **2.3. Sel Darah Merah (Eritrosit)**

Eritrosit merupakan sel darah berbentuk cakram bikonkaf yang berwarna kuning kemerahan. Bentuk eritrosit yang bikonkaf ini mengoptimalkan pertukaran  $\text{O}_2$ . Eritrosit tidak mengandung inti sel, mitokondria, ribosom, dan tidak dapat bergerak (Handayani dan Haribowo, 2008). Eritrosit diproduksi oleh sumsum tulang dan jumlahnya akan semakin meningkat seiring dengan penambahan umur dan akan berhenti jika jumlahnya sudah stabil (Widhyari dkk., 2014). Pematangan eritrosit membutuhkan vitamin  $\text{B}_{12}$ , asam folat, enzim-enzim, dan zat besi (Baradero dkk., 2005). Vitamin  $\text{B}_{12}$  mengandung atom kobalt yang berfungsi untuk pendewasaan eritrosit sehingga jika terjadi defisiensi kobalt maka dapat

mengakibatkan anemia (Hadziq, 2011). Eritrosit pada sapi perah dewasa berjumlah antara 5,0 - 8,0 juta/ $\mu$ l (Meyer dan Harvey, 2004). Eritrosit berperan dalam regulasi suhu dan pH tubuh melalui daya ikat hemoglobin terhadap O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> serta transport ion bikarbonat dan hidrogen dalam jaringan (Colville dan Bassert, 2016).

### **2.3.1. Hemoglobin**

Hemoglobin merupakan kromoprotein (senyawa berwarna) yang tersusun atas protein sederhana yaitu globin dan radikal prostetik (zat nonprotein) yang berwarna yang disebut heme (Sumardjo, 2009). Heme ini mengandung zat besi (Fe) dimana jika heme dipecah maka sebagian dari besi akan disimpan lalu digunakan untuk pembentukan eritrosit sedangkan sisanya diubah menjadi bilirubin dan biliverdin (Pearce, 2009). Hemoglobin bertugas mengedarkan O<sub>2</sub> melalui darah dan mengeksresikan CO<sub>2</sub> dari jaringan (Cunningham, 2002). Semakin tinggi kadar hemoglobin menunjukkan semakin banyak O<sub>2</sub> didalam tubuh (Nugroho dkk., 2013). Jumlah hemoglobin sapi perah dewasa sekitar 8,0 – 14 g/dl (Meyer dan Harvey, 2004).

### **2.3.2. Hematokrit**

Kadar hematokrit normal pada sapi berkisar antara 27 – 45% (Nugroho dkk., 2013). Kadar hematokrit berkorelasi positif dengan jumlah eritrosit karena besarnya nilai hematokrit menunjukkan persentase volume eritrosit terhadap total darah (Jumadin, 2016). Faktor yang dapat mempengaruhi kadar hematokrit antara lain kandungan yang dapat diserap tubuh, penggunaan protein oleh tubuh,

konsumsi air minum, jenis kelamin, aktivitas, dan stress (Rinayati, 2005). Selain itu, Peningkatan hematokrit dapat disebabkan karena jumlah cairan vascular menurun atau adanya peningkatan jumlah eritrosit (Stockham dan Scott, 2002).

### **2.3.3. *Mean Corpuscular Volume (MCV), Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) dan Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)***

Nilai MCV menggambarkan volume rata-rata eritrosit, MCH menggambarkan jumlah rata-rata hemoglobin dalam eritrosit, sedangkan MCHC menggambarkan rataan konsentrasi hemoglobin di dalam eritrosit (Jumadin, 2016). Nilai normal MCV dan MCHC berada pada kisaran 40,0 – 60,0 fL dan 30,0 – 60,0% (Gavan dkk., 2010) sedangkan nilai normal MCH berada pada kisaran 11,0 – 17,0 pg (Reece, 2009). Pada kondisi kehilangan darah yang cepat atau penyakit kronis nilai MCV normal tetapi hematokrit rendah. Nilai MCV tinggi apabila terjadi defisiensi asam folat dan vitamin B<sub>12</sub>, sebaliknya nilai MCV rendah apabila terjadi defisiensi zat besi dan thalasemia (Hove dkk., 2000).

Semakin tinggi jumlah eritrosit maka nilai MCH semakin menurun. Nilai MCH berguna untuk menetapkan jenis anemia berdasarkan konsentrasi hemoglobin yaitu anemia hiperkrom (diatas normal), anemia normokrom (dalam batas normal) atau anemia hipokrom (dibawah normal). Tujuan dari penetapan nilai-nilai ini untuk mendiagnosis penyebab anemia (Fitrohadin dkk., 2014). Nilai MCHC menjadi penting sebab menunjukkan cukup atau tidaknya hemoglobin yang terbentuk dalam sel sarah merah (Arfah, 2015). Konsentrasi Hb yang normal dalam sel darah merah disebut normokromik sedanagkan konsentrasi Hb yang rendah dalam sel darah merah disebut hipokromik (Hernawan dan Abun, 2014).

#### 2.4. Frekuensi Nafas

Fungsi utama sistem pernafasan adalah menyediakan pasokan  $O_2$  yang cukup untuk memenuhi kebutuhan produksi energi tubuh dan menjaga status asam-basa dengan mengeluarkan karbon dioksida ( $CO_2$ ) dari tubuh. Hal ini dilakukan dengan memindahkan berbagai variasi volume udara masuk dan keluar dari paru-paru (Braun, 1990). Laju respirasi normal sapi dewasa sekitar 10 – 30 kali/menit (Flanders dan Gillespie, 2015). Variasi laju respirasi ini disebabkan oleh ukuran tubuh, usia, aktivitas ternak, gairah, suhu lingkungan, kondisi atmosfer, kehamilan, dan kapasitas saluran pencernaan (Kubkomawa dkk., 2015).

Kondisi ternak yang terengah-engah dan berkeringat akan meningkatkan evaporasi untuk mendinginkan suhu tubuh. Terengah-engah meningkatkan hilangnya  $CO_2$  dari paru-paru, mengurangi konsentrasi asam karbonat darah yang diperlukan untuk menjaga pH darah, dan mengganggu keseimbangan asam karbonat menjadi bikarbonat yang mengakibatkan terjadinya alkalosis pernafasan (West, 2003). Sistem *buffer* bikarbonat/sistem asam karbonat berperan penting dalam menjaga pH darah sebab tubuh mengontrol penyangga ini dengan mengubah tekanan parsial karbon dioksida ( $pCO_2$ ) melalui pernafasan atau dengan melakukan kontrol metabolik terhadap konsentrasi  $HCO_3^-$  dalam darah (Afzaal dkk., 2004).

#### 2.5. pH Urin

Derajat keasaman urin merupakan salah satu indikator yang paling sensitif dalam homeostasis asam-basa (Schoonmaker dkk., 2013). pH urin tergantung

pada pakan, keseimbangan asam basa, keseimbangan cairan, dan fungsi ginjal. Kisaran pH urin normal pada ternak adalah 7,4 – 8,4 (Parrah dkk., 2013). Terjadinya perubahan pada pH urin mencerminkan adanya perubahan pH darah. Ginjal memainkan peran penting dalam meminimalkan perubahan ini yakni dengan membuat pH urin menjadi basa melalui ekskresi bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) dan menjaga  $\text{H}^+$  (Razzaghi dkk., 2012). Pada kondisi alkalosis respiratorik, ginjal akan mereabsorpsi sedikit bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) sehingga menyebabkan ekskresi asam menjadi lebih rendah. Ekskresi bikarbonat akan membantu dalam mengatasi alkalosis dan menyebabkan pH urin menjadi basa (Davis, 1994).