

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Zeolit

Zeolit merupakan batuan sedimen dengan kandungan campuran mineral-mineral yang terdiri dari oksida rangkap seperti  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ , dan  $\text{MgO}$ . Mineral alam ini banyak tersedia di Indonesia umumnya dari kelompok aluminium dan silikat. Zeolit mempunyai beberapa sifat, yaitu dehidrasi, adsorpsi, penukar ion, katalis dan penyaring atau pemisah (Said *et al.*, 2008). Jenis zeolit alam dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu : zeolit yang berada diantara celah batuan atau lapisan batuan. Jenis zeolit ini bersama-sama dengan zeolit lain seperti kalsit, kwarsa, renit, klorit, fluorit dan mineral sulfida. Jenis zeolit yang kedua adalah berupa batuan, seperti klinoptilolit, faujasit, ferrierit, analsim, laumontit, mordenit, filipsit, erionit, kabasit dan heulandit (Muta'alim, 2002). Zeolit mempunyai kemampuan untuk mengontrol kadar  $\text{NH}_3$  dalam rumen berdasarkan fungsinya sebagai penukar ion. Fungsi zeolit sebagai penukar ion yaitu mampu dengan cepat menukar ion  $\text{NH}_4^+$  yang berasal dari hidrolisis senyawa NPN dan mengikatnya kemudian dilepaskan oleh ion  $\text{Na}^+$  saliva yang masuk ke dalam rumen (Migliorati *et al.*, 2007).

Penggunaan zeolit akan lebih optimal ketika dilakukan aktivasi sebelum pemakaian. Aktivasi zeolit dapat dilakukan secara fisik dan kimiawi. Aktivasi fisik dilakukan dengan pemanasan. Pemanasan zeolit pada suhu 300 - 400°C selama 3 jam (Said *et al.*, 2008) yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan

air dan bahan pengotor lainnya. Struktur pori zeolit akan semakin terbuka dan semakin luas sehingga kapasitas tukar ion dan daya serap zeolit bertambah. Aktivasi kimia dapat dilakukan menggunakan larutan kimia seperti HCl (Suwardi, 2006). Perbedaan luas permukaan pada jenis zeolit akibat proses pemanasan menghasilkan daya serap (adsorpsi) masing-masing zeolit terhadap gas nitrogen berbeda. Pemanasan zeolit mampu menguraikan air dan unsur-unsur mineral di dalam zeolit sehingga terjadi pelepasan beberapa senyawa (Ginting *et al.*, 2007).

Ternak ruminansia maupun non ruminansia yang mendapat suplemen zeolit dengan dosis 3 - 5% dari jumlah pakan yang diberikan dapat meningkatkan produktivitas serta mengefisienkan penggunaan pakan (Las dan Arryanto, 2006).

## **2.2. Urea**

Urea mempunyai rumus kimia  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , berwarna putih berbentuk kristal dan mempunyai sifat higroskopis (Puastuti, 2010). Sifat urea yang cepat terhidrolisis menjadi amonia dalam rumen sebagian besar akan mudah diserap dan masuk dalam sistem peredaran darah. Hal tersebut akan menyebabkan keracunan amonia pada ternak sehingga terjadi penurunan konsumsi pakan dan performa ternak, bahkan menyebabkan kematian (Kardaya *et al.*, 2009). Puncak produksi amonia dari hidrolisis urea di dalam rumen terjadi pada waktu 1 jam setelah pemberian. Kadar amonia dalam darah akan meningkat setelah 5 menit pemberian urea, dan akan mencapai puncak setelah 30 menit (Huntington *et al.*, 2006).

Urea mempunyai kandungan N sekitar 45% atau setara dengan 284% PK sehingga mempunyai kemampuan untuk meningkatkan PK ransum. Penambahan

urea pada ransum sebanyak 0,99% mampu meningkatkan protein pakan dari 15,99% menjadi 17,85% (Puastuti dan Mathius, 2008). Urea yang ditambahkan baik melalui proses amoniasi maupun sebagai suplemen akan meningkatkan pencernaan bahan kering pakan. Namun, pemberian urea harus diimbangi dengan sumber energi yang fermentabel untuk mendukung fermentasi di dalam rumen (Puastuti, 2010). Fermentasi onggok yang mendapat tambahan urea bermanfaat sebagai sumber protein dalam pembentukan sel mikroba, sintesis protein dan produksi enzim (Purwanti, 2012).

### **2.3. Karbohidrat**

Karbohidrat merupakan senyawa organik yang terdiri dari atom C, H dan O. Atom H pada umumnya berikatan dengan O membentuk senyawa H<sub>2</sub>O. Karbohidrat sebagian besar terbentuk dari makanan yang berasal dari tanaman (Hutagalung, 2004). Karbohidrat yang berasal dari tanaman dibedakan atas karbohidrat dengan komponen dinding sel dan isi sel. Karbohidrat dengan komponen dinding sel yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin, sedangkan karbohidrat dengan isi sel atau sering disebut sebagai karbohidrat terlarut yaitu pati, pektin dan gula sederhana (Van Soest, 1982). Glukosa merupakan golongan monosakarida, yaitu gula sederhana yang dapat langsung digunakan oleh bakteri tanpa didegradasi terlebih dahulu sebagai sumber karbon dalam proses metabolismenya. Akibatnya pembelahan sel terjadi secara cepat dan jumlah sel bertambah banyak sehingga konsentrasi enzim dan aktivitas enzim akan semakin besar (Rahmi *et al.*, 2013).

Karbohidrat merupakan komponen utama ransum ternak ruminansia, yaitu sekitar 60 - 75% dari total bahan kering (BK) ransum. Karbohidrat berguna sebagai sumber energi untuk pertumbuhan mikroba rumen maupun ternak induk semang (Puastuti, 2009). Penambahan karbohidrat dalam pakan akan meningkatkan aktivitas metabolisme mikroba, laju pertumbuhan mikroba dan laju degradasi substrat oleh mikroba rumen (Kurniawati, 2004). Substitusi antara jagung dengan *barley* pada pakan ternak ruminansia akan meningkatkan fermentasi pati dan bahan organik di dalam rumen, tetapi terjadi penurunan degradasi serat pada rumen. Fermentasi rumen yang terjadi secara cepat dan luas menimbulkan tingginya konsentrasi VFA dalam rumen (McCarthy *et al.*, 1989).

#### **2.4. Mikroba Rumen**

Ternak ruminansia mempunyai rumen yang di dalamnya terdapat bakteri, protozoa dan fungi. Mikroba (bakteri, protozoa dan fungi) tersebut mampu mencerna serat kasar berupa selulosa dan hemiselulosa (Lamid *et al.*, 2011). Jumlah mikroba di dalam rumen yaitu sekitar  $10^{10}$  sampai dengan  $10^{12}$  tiap gram isi rumen (Ogimoto dan Imai, 1981). Beberapa spesies mikroba rumen mampu menghasilkan enzim selulase yang berguna sebagai pendegradasi isi dan dinding sel tanaman. Degradasi pakan oleh ternak ruminansia dilakukan di dalam rumen dan sebagian besar kebutuhan ternak berasal dari hasil degradasi sel tanaman oleh mikroba rumen (Ismartoyo, 2011).

Mikroba rumen terbagi menjadi dua yaitu mikroba yang menggunakan karbohidrat struktural (selulosa, hemiselulosa) dan mikroba yang menggunakan

karbohidrat non struktural (pati, pektin dan gula). Mikroba pengguna karbohidrat struktural mempunyai kemampuan tumbuh lebih lambat dibandingkan mikroba yang memanfaatkan karbohidrat non struktural karena karbohidrat struktural harus didegradasi terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan mikroba (Russel *et al.*, 1992). Mikroba rumen memanfaatkan hasil degradasi protein berupa asam amino peptida dan amonia. Adanya peningkatan degradasi protein dan karbohidrat oleh mikroba rumen dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroba (Kurniawati, 2004).

## **2.5. Sintesis Protein Mikroba Rumen**

Mikroba rumen memanfaatkan amonia yang berada di dalam rumen untuk melakukan sintesis protein mikroba. Sumber energi seperti pati, tetes jagung dan tetes tebu meningkatkan konversi garam amonium menjadi protein mikroba. Beberapa mikroba rumen berkembangbiak menggunakan nitrogen dari adenin dan guanin dari hidrolisa pakan (Arora, 1995). Protein murni akan dicerna oleh peptidase mikroba di dalam retikulorumen. Protein tersebut akan diuraikan menjadi asam amino yang digunakan untuk sintesis protein mikroba (Achmadi, 2012).

Sumber karbohidrat pakan yang mengandung serat cukup tinggi dan kandungan N rendah akan sulit terdegradasi dalam rumen karena kuatnya ikatan lignoselulosa pada pakan tersebut sehingga mengakibatkan sintesis protein mikroba rendah (Syapura *et al.*, 2013 ). Ketidakseimbangan antara  $\text{NH}_3$  dan VFA dalam rumen tidak memberi pengaruh nyata terhadap sintesis protein mikroba, namun ketersediaan sumber energi yang berasal dari substrat harus mencukupi

kebutuhan mikroba (Widyobroto *et al.*, 2007). Sumber energi yang dibutuhkan oleh mikroba rumen biasanya dalam bentuk *readily available carbohydrate* (RAC) (Anggraeny *et al.*, 2015).

Sintesis protein mikroba yang mendapat tambahan ekstrak lerak dengan mineral mix (Mg, P, S) yaitu 5,597 mg/ml – 17,787 mg/ml (Azizah, 2011), dengan tambahan minyak kedelai 0% dan 3% dalam ransum masing-masing yaitu 44,31 mg/ml dan 56,95 mg/ml. Penambahan asam lemak tak jenuh mampu meningkatkan efisiensi sintesis protein mikroba (Suryapratama dan Suhartati, 2012). Perlakuan berupa ransum basal dengan tambahan dedak padi, onggok basah dan kering serta jagung menghasilkan sintesis protein mikroba yang segaram yaitu  $\pm$  68,21–72,93 mg/ml. Beberapa sumber karbohidrat tersebut termasuk kelompok karbohidrat *fermentable* yang akan mudah dicerna oleh mikroba rumen (Hindratiningrum *et al.*, 2011).

Faktor yang mempengaruhi sintesis protein mikroba adalah konsumsi bahan kering, suplai senyawa nitrogen, suplai energi terfermentasi, sinkronisasi nitrogen dan energi, lingkungan rumen, laju makanan, vitamin dan mineral. Amonia merupakan sumber nitrogen utama yang digunakan untuk pembentukan protein mikroba rumen (Pathak, 2008).

## **2.6. Enzim Selulase**

Enzim tersusun atas kelompok protein yang sangat penting pada proses biologis. Enzim bertugas mengatur jalannya reaksi biokimia, dimana enzim tersebut akan mengikat substrat membentuk kompleks enzim-substrat sementara,

kemudian akan terurai menjadi enzim bebas dan produk (Lehninger, 1994). Enzim selulase terdiri atas endo- $\beta$ -1,4-glukanase, ekso- $\beta$ -1,4-glukanase dan  $\beta$ -D-glukosidase. Enzim selulase mendegradasi selulosa dengan cara memotong ikatan dengan melibatkan 3 jenis enzim yang bekerja secara sinergis. Endo- $\beta$ -1,4-glukanase memotong ikatan rantai selulosa sehingga menghasilkan selulosa yang lebih pendek, ekso- $\beta$ -1,4-glukanase memotong ujung rantai selulosa menghasilkan molekul selobiosa sedangkan  $\beta$ -D-glukosidase memotong molekul selobiosa menjadi 2 molekul glukosa (Kim *et al.*, 2000).

## **2.7. Aktivitas Selulolitik**

Bakteri selulolitik menghasilkan kompleks enzim yang berbeda-beda tergantung dari gen yang dimiliki dan sumber karbon yang digunakan. Bakteri akan menggunakan karbon selulosa dengan mensintesis enzim selulase (Meryandini *et al.*, 2009). Aktivitas selulolitik dapat diketahui melalui proses pemecahan selulosa oleh enzim selulase menjadi produk akhir berupa glukosa yang kemudian akan dijadikan sumber nutrisi (Lamid *et al.*, 2011). Aktivitas enzim yang mendapatkan tambahan minyak kedelai 5% dan sabun kalsium-minyak kedelai 5%, masing-masing yaitu 1,909 dan 3,825  $\mu\text{mol/ml}$  per menit. Penambahan minyak kedelai yang terproteksi sabun kalsium, tidak bersentuhan dengan partikel pakan sehingga akses permukaan membran sel mikroba rumen dengan pakan tidak mengganggu proses fermentasi (Simanjuntak, 2015).

Aktivitas enzim dipengaruhi oleh konsentrasi substrat, konsentrasi (jumlah) enzim, inhibitor, dan faktor lingkungan (suhu dan pH) (McDonald *et al.*, 2002).

Lingkungan di dalam rumen adalah anaerobik dengan temperatur berkisar antara 38 – 42°C. Saliva yang masuk ke dalam rumen akan mempertahankan kondisi pH di dalam rumen tetap pada 6,8 (Arora, 1995).