

BAB II

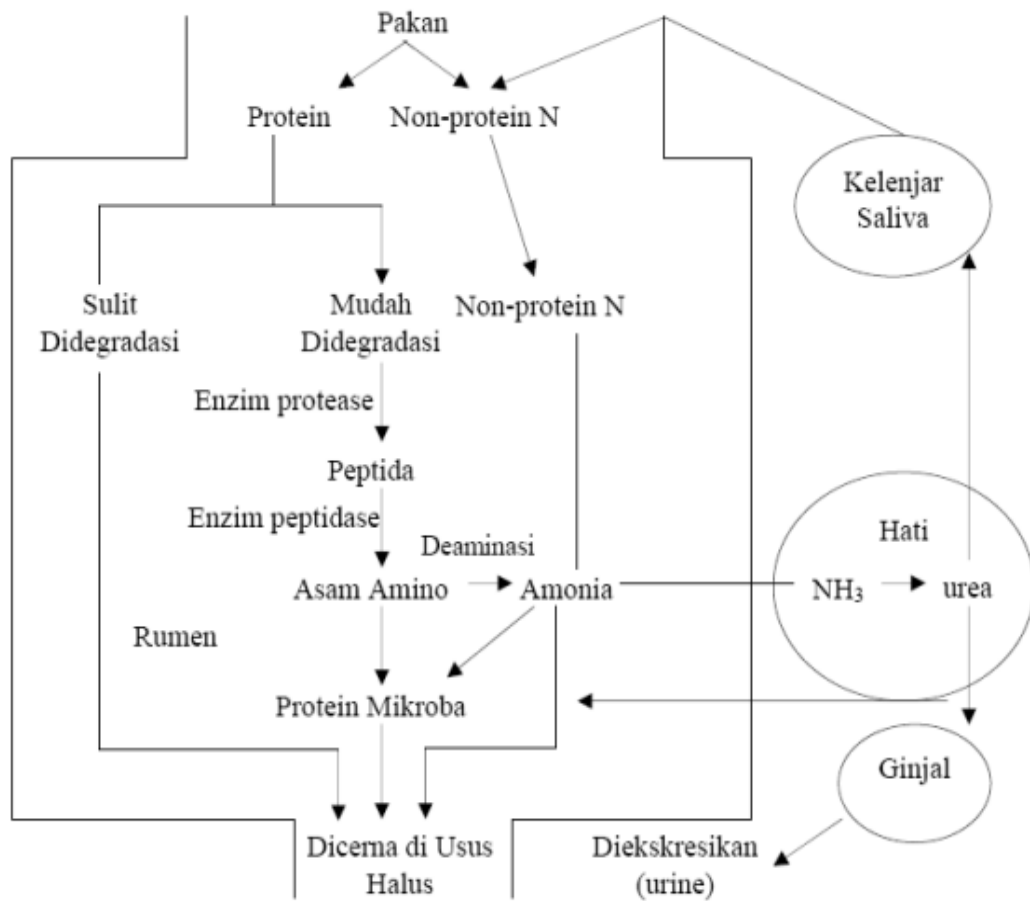
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencernaan Nitrogen pada Ruminansia

Sumber nitrogen pada ternak ruminansia berasal dari non protein nitrogen dan protein pakan. Non protein nitrogen dalam rumen akan digunakan untuk sintesis protein mikroba, sedangkan protein pakan akan didegradasi oleh enzim proteolitik yang diproduksi oleh mikroba rumen menjadi peptida dan asam amino (Sutardi, 1979). Sebagian asam amino akan didegradasi lebih lanjut menjadi asam organik, amonia dan karbondioksida (Kamal, 1994). Sintesis protein mikroba sangat bergantung pada kecukupan sumber energi berupa Adenosin Triposfat (ATP) hasil degradasi bahan organik serta kecukupan sumber nitrogen hasil degradasi NPN dan protein pakan dalam rumen (Karsli dan Russell, 2002).

Ketersediaan nitrogen yang tidak sejalan dengan ketersediaan sumber energi dan kerangka karbon untuk sintesis mikroba akan menyebabkan tingginya konsentrasi amonia di dalam rumen. Pada kondisi normal, kelebihan amonia akan diabsorpsi oleh dinding rumen, masuk ke pembuluh darah dan dibawa ke hati untuk diubah menjadi urea dan dibuang melalui urin. Namun dalam kondisi kadar amonia tinggi, kadar amonia yang dibawa ke hati juga menjadi tinggi, mengakibatkan kadar amonia dalam pembuluh darah perifer menjadi naik sehingga terjadi keracunan (Kamal, 1994; Anggraeny *et al.*, 2015). Peningkatan efisiensi sintesis protein mikroba dapat dilakukan dengan sinkronisasi waktu ketersediaan sumber nitrogen dan karbon dengan aktivitas mikroba rumen,

sehingga laju degradasi serat kasar di rumen menjadi lebih cepat dan konsumsi pakan meningkat (Widyobroto *et al.*, 2007). Proses metabolisme nitrogen pada ruminansia disajikan pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Metabolisme Nitrogen pada Ruminansia (McDonald *et al.*, 2002)

2.2. Amonia (NH₃)

Amonia adalah hasil akhir degradasi protein oleh mikroba rumen. Amonia merupakan sumber N utama bagi mikroba untuk sintesis protein mikroba rumen. Sumbangan N bagi ternak ruminansia sangat penting mengingat bahwa prekursor protein mikroba adalah amonia dan senyawa sumber karbon, semakin tinggi kadar

NH_3 di dalam rumen maka kemungkinan semakin banyak protein mikroba yang terbentuk sebagai sumber protein tubuh (Arora, 1995). Konsentrasi amonia yang tinggi di dalam rumen menunjukkan proses degradasi protein pakan lebih cepat daripada proses pembentukan protein mikroba sehingga terjadi akumulasi NH_3 (McDonald *et al.*, 2002). Sebagian besar protein yang masuk ke dalam rumen akan didegradasi menjadi amonia oleh enzim proteolitik yang dihasilkan oleh mikroba rumen (Orskov, 1992). Mikroba rumen tidak dapat memanfaatkan asam amino secara langsung. Hal ini dikarenakan mikroba rumen tidak mempunyai sistem transpor untuk asam amino di dalam tubuhnya, sehingga mikroba rumen terlebih dahulu merombak asam amino menjadi amonia (NH_3) dan asam α -keto melalui proses deaminasi (Church dan Pond, 1988).

Konsentrasi NH_3 dalam cairan rumen yang dapat menunjang pertumbuhan mikroba rumen secara optimal berkisar antara 3,27 - 7,14 mM, dengan puncak sintesis mikroba pada konsentrasi 3,27 dan akan berpengaruh buruk terhadap penampilan produksi dan efisiensi penggunaan N pada konsentrasi lebih dari 7,14 mM (Sutardi *et al.*, 1983). Produksi amonia di dalam rumen dipengaruhi oleh kelarutan bahan pakan, jumlah protein ransum, sumber nitrogen ransum, pH rumen dan waktu setelah pemberian pakan (produksi maksimum dicapai pada 2-4 jam setelah pemberian pakan) (Wohlt *et al.*, 1976).

2.3. Volatile Fatty Acids (VFA)

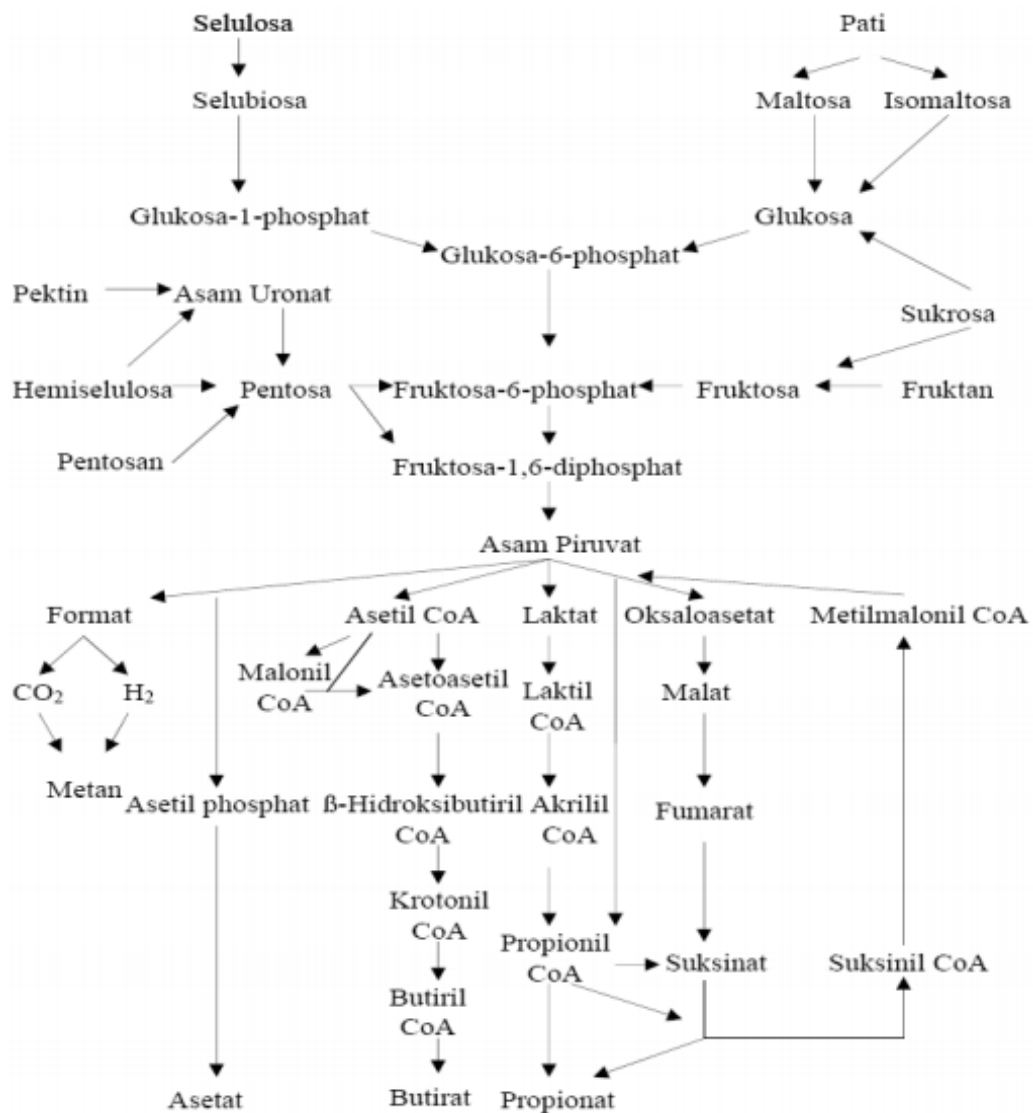
Volatile fatty acids (VFA) atau asam lemak mudah menguap merupakan salah satu produk fermentasi karbohidrat di dalam rumen yang menjadi sumber

energi utama bagi ternak ruminansia. Konsentrasi VFA pada cairan rumen dapat digunakan sebagai salah satu tolok ukur fermentabilitas pakan dan sangat erat kaitannya dengan aktifitas mikroba rumen (Parakkasi, 1999). Ransum yang diberikan pada ternak ruminansia umumnya mengandung karbohidrat sekitar 60 - 75%.

Volatile fatty acids dapat diproduksi dari serat kasar yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa serta lignin, maupun dari karbohidrat sederhana seperti pati (Widodo dan Sutrisno, 2012). Karbohidrat tersebut akan mengalami degradasi menjadi gula-gula sederhana. Gula-gula sederhana selanjutnya akan mengalami proses glikolisis menjadi asam piruvat melalui oksidasi glukosa secara *anaerob*. Asam piruvat kemudian diubah menjadi VFA yang berupa asetat, propionat dan butirrat, selain itu juga menghasilkan karbondioksida (CO₂), H₂O dan metan (CH₄) (Sutardi *et al.*, 1983).

Volatile fatty acids merupakan sumber energi yang penting bagi ternak ruminansia karena menyumbang sebanyak 70 - 85% suplai energi yang dibutuhkan oleh ternak. *Volatile fatty acids* yang terserap selain dipakai sebagai sumber energi juga dipakai sebagai bahan pembentuk glikogen di hati, karbohidrat, lemak dan hasil lain yang dibutuhkan ternak (Dewhurst *et al.*, 1986). Produksi VFA yang dihasilkan dalam rumen sangat bervariasi tergantung pada ransum yang dikonsumsi, yaitu antara 200 - 1.500 mg/1000 ml cairan rumen. Kadar VFA yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan optimal rumen adalah 80 - 160 mM (Sutardi, 1979). Banyaknya VFA yang ada dalam rumen dicirikan oleh aktivitas mikroba, jumlah VFA yang diserap atau keluar dari rumen

(Church, 1975). Proses pembentukan VFA pada ruminansia disajikan pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Proses Pembentukan VFA pada Ruminansia (McDonald *et al.*, 2002)

2.5. Protein Total

Protein total adalah salah satu parameter yang dapat digunakan untuk pengukuran sintesis protein. Protein total adalah seluruh protein yang ada

disaluran pencernaan ruminansia yang dapat diabsorpsi dan dimanfaatkan oleh ternak ruminansia yang berasal dari protein pakan lolos degradasi mikroba dan protein mikroba rumen (Sunarso, 1984). Protein yang dapat dimanfaatkan oleh ruminansia berasal dari dua kemungkinan yaitu protein pakan yang lolos degradasi rumen dan protein mikroba rumen (Orskov, 1992). Pakan sumber protein yang baik bagi ruminansia harus didasarkan pada tiga hal yaitu protein tersebut harus sanggup mendukung pertumbuhan mikroba rumen secara maksimal, tahan degradasi di dalam rumen dan memiliki nilai hayati yang tinggi (Sutardi, 1978).

Peningkatan produksi VFA dan NH_3 akibat peningkatan kecernaan bahan organik akan meningkatkan protein total yang dihasilkan (Hume *et al.*, 1970). Semakin tinggi kerangka karbon dan NH_3 yang tersedia bagi mikroba maka pertumbuhan mikroba rumen semakin tinggi sehingga produksi protein total semakin tinggi pula (Sunarso, 1984). Faktor yang mempengaruhi produksi protein total yaitu amonia NH_3 serta kerangka karbon penyusun protein mikroba dan sumber energi untuk sintesis protein mikroba (Buttery dan Lewis, 1974). Prekursor utama untuk pertumbuhan mikroba berupa NH_3 dan energi berupa ATP yang dihasilkan dari proses degradasi pakan yang dilakukan oleh mikroba rumen (Anggraeny *et al.*, 2015). Nitrogen yang dibutuhkan untuk sintesis mikroba rumen adalah dalam bentuk NH_3 , asam amino dan peptida (Preston dan Leng, 1987). Sintesis protein mikroba masih dapat tercapai secara optimal jika NH_3 dan VFA tersedia dalam keadaan cukup selama 24 jam (Widyobroto *et al.*, 2007).

2.5. Urea

Urea adalah senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen dengan rumus kimia $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Urea banyak digunakan dalam ransum ternak ruminansia sebagai bahan pakan tambahan sumber NPN, memiliki harga yang murah dan mudah didapat dibandingkan dengan bahan pakan sumber protein murni. Urea mengandung nitrogen sebanyak 42 - 45% atau setara dengan protein kasar sebanyak 262 - 281% (Belasco, 1954). Hidrolisis urea menjadi amonia di dalam rumen berlangsung dengan sangat cepat, sehingga menyebabkan kadar amonia di dalam rumen tinggi. Kondisi ini menyebabkan tingginya absorpsi amonia oleh dinding rumen. Absorpsi amonia yang melebihi kemampuan hati dalam mengubah amonia menjadi urea akan menyebabkan kadar amonia darah tinggi sehingga dapat menimbulkan keracunan pada ternak (Van Soest, 1982).

Non protein nitrogen yang berasal dari urea digunakan oleh mikroba rumen untuk proses sintesis protein mikroba. Ternak ruminansia dapat hidup dengan pemberian ransum berprotein rendah, hal ini karena ternak ruminansia mampu memanfaatkan NPN untuk pembentukan protein di dalam rumen (Parakkasi, 1999). Hampir 80% dari jenis mikroba rumen dapat menggunakan amonia sebagai sumber nitrogen tunggal (Erwanto, 1995).

2.6. Molases

Molases adalah hasil samping dari industri pembuatan gula (Baikow, 1982). Molases merupakan cairan berwarna coklat yang tersisa setelah tahap akhir

kristalisasi sukrosa (gula komersial). Molases sering digunakan sebagai sumber karbohidrat yang mudah terfermentasi pada ransum yang kandungan seratnya tinggi dan yang diberi urea (Foulkes, 1986). Molases mengandung bahan kering sebesar 66% (Touqir *et al.*, 2007). Molases mengandung sukrosa dan gula pereduksi. Sukrosa adalah disakarida yang bila dihidrolisis akan menjadi dua monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa (juga dikenal sebagai dekstrosa dan *levulose*) (Carl dan Zerban, 1938). Kandungan gula pada molases berkisar antara 2 - 10% glukosa, 3 - 11% fruktosa dan 25 - 30% sukrosa tergantung pada mesin dan proses dalam pembuatan gula tersebut. Menurut hasil analisis *Thermo Scientific* (Dionex), molases yang berasal dari industri pembuatan gula tebu memiliki persentase komposisi gula sebesar 4,39% glukosa, 6,67% fruktosa dan 30,8% sukrosa.

2.7. Gula Pereduksi

Gula pereduksi merupakan golongan gula (karbohidrat) yang dapat mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron karena mengandung gugus aldehid (-COH) atau gugus keton (CO). Gula yang dapat mengalami oksidasi disebut gula pereduksi (Marks *et al.*, 1996). Sifat pereduksi dari suatu gula ditentukan oleh ada tidaknya gugus hidroksil (-OH) bebas yang reaktif. Contoh gula pereduksi yaitu glukosa, fruktosa dan laktosa sementara sukrosa merupakan gula non-pereduksi (Winarno, 1997). Sukrosa yang diberi pereaksi fehling menunjukkan hasil negatif (tidak adanya endapan merah bata). Hal ini dikarenakan sukrosa tidak memiliki gugus karbonil. Gugus karbonil pada

komponen unit monosakarida pada sukrosa saling berikatan satu sama lain sehingga sukrosa tidak memiliki gugus karbonil bebas (Sumardjo, 2009).

2.8. Reaksi Maillard

Reaksi Maillard atau reaksi pencoklatan (*browning reaction*) adalah reaksi antara gugus hidroksil (gugus aldehida atau keton) bebas yang reaktif pada gula pereduksi dengan gugus amina primer (NH_2) (Makfoeld *et al.*, 2002). Reaksi ini pertama kali ditemukan oleh seorang ahli kimia Prancis, Louis-Camille Maillard pada tahun 1912 saat sedang mencoba memproduksi protein buatan secara biologi (Eriksson, 1981). Gugus hidroksil dari gula pereduksi dengan gugus amina dari asam amino bebas merupakan komponen penting dalam reaksi Maillard. Reaksi Maillard biasanya terjadi pada suhu tinggi atau pada proses penyimpanan yang terlalu lama (Eskin *et al.*, 1971). Reaksi Maillard terdiri dari tiga tahap yang kompleks yaitu tahap permulaan (*initial*), *intermediate* dan tahap akhir (*final stage*) (Nursten, 2005). Reaksi Maillard dipengaruhi oleh suhu, pH, jenis substrat, dan aktivitas air (De Almeida, 2013). Reaksi Maillard terjadi pada suhu 37°C , terjadi secara cepat pada suhu 100°C , dan tidak terjadi pada suhu 150°C (Apriyantono, *et al.* 1989).

2.9. Ikatan Imina

Imina merupakan produk dari reaksi kondensasi aldehida atau keton dengan amonia atau amina, yang memiliki radikal terikat pada atom karbon dengan ikatan ganda. Pembentukan imina (R-N=C) terjadi karena amina primer R-NH_2 bereaksi

dengan gugus aldehid atau keton (Patrick, 2005). Imina dapat terjadi pula pada gugus karboksil dengan amonia (NH_3), karena amonia merupakan salah satu nukleofil atau senyawa yang dapat menyerang gugus karbonil dari suatu aldehid atau keton dalam suatu reaksi adisi eliminasi. Imina yang terbentuk dari gugus karboksil yang berikatan dengan NH_3 sifatnya tidak stabil dan berpolimerisasi bila didiamkan, sementara itu jika imina terbentuk dari gugus amina primer (NH_2) maka akan terbentuk imina tersubstitusi yang lebih stabil bahkan dapat terbentuk basa Schiff akibat terjadi reaksi pencoklatan (jika dipanaskan pada suhu dan disimpan pada waktu tertentu) (Fessenden dan Fessenden, 1999).