

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Limbah Daun Nenas

Nenas atau *Ananas comosus* merupakan jenis tanaman berupa semak dengan daging buah berwarna kuning, berbiji tertutup dan batang terselimuti oleh daun. Tanaman ini masuk ke Indonesia pada tahun 1599 sebagai tanaman hias. Berikut ini adalah klasifikasi dari tanaman nenas.

Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)  
Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)  
Kelas : Angiospermae (berbiji tertutup)  
Ordo : Farinosae (Bromeliales)  
Famili : Bromeliaceae  
Genus : Ananas  
Species : *Ananas comosus* (L) Merr

Sumber : Bappenas (1999)

Berdasarkan bentuk daun dan buahnya, terdapat 4 golongan nenas yang banyak dikenal, yaitu *Cayene* dengan bentuk daun halus, tidak berduri, dan buah besar; *Queen* dengan bentuk daun pendek berduri tajam, dan buah lonjong mirip kerucut; *Spanyol/Spanish* dengan bentuk daun panjang kecil, berduri halus sampai kasar,

dan buah bulat dengan mata datar; dan *Abacaxi* dengan bentuk daun panjang, berduri kasar, dan buah silindris atau seperti piramida. Varietas cultivar nenas yang banyak ditanam di Indonesia adalah golongan *Cayene* dan *Queen* dengan ragam varietas cultivar yang dikategorikan unggul adalah nenas Bogor, Subang dan Palembang (Bappenas, 1999).

Ditinjau dari produksinya, nenas merupakan salah satu buah terpenting dari daerah tropika. Indonesia termasuk produsen nenas terbesar ke-5 di dunia setelah Brazil, Thailand, Filipina, dan Cina. Bagian yang menjadi sisa dari tanaman ini dapat digolongkan menjadi dua, yaitu sisa tanaman nenas berupa daun, tangkai, buah afkir, batang dan akar; serta sisa dari pengalengan nenas berupa kulit, mahkota, pucuk, inti buah atau bonggol, dan ampas buah.

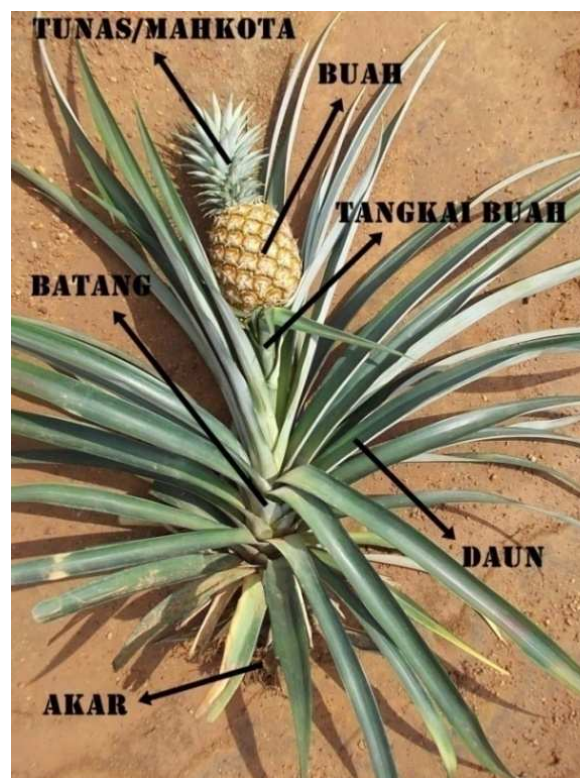
Sisa tanaman nenas yang memiliki persentase tertinggi adalah pada bagian daunnya, yaitu 90%. Tanaman nenas dewasa dapat menghasilkan 70 – 80 lembar atau 3–5 kg daun nenas. Dalam setiap hektar area perkebunan nenas menghasilkan  $\pm$  9 ton limbah daun nenas per tahunnya yang dimanfaatkan kembali sebagai pupuk (Kementrian Perindustrian, 2004).

Perusahaan pengalengan nenas terbesar di Asia, yaitu PT Great Giant Pineapple yang berlokasi di Jl. Lintas Sumatra Km. 77, Terbanggi Besar, Lampung Tengah merupakan perusahaan yang mengekspor produknya ke 50 negara dan menguasai 15 – 20% konsumsi nenas kaleng dunia. Perusahaan ini memiliki lahan perkebunan seluas  $\pm$  80.000 ha dengan varietas cultivar nenas yang ditanam adalah *Smooth cayene* atau yang lebih dikenal dengan nenas Bogor. Jenis tanaman nenas ini memiliki ciri-ciri berdaun panjang, lebar, tidak berduri,

berwarna hijau tua kemerahan dengan jumlah daun pada tiap tanaman antara 40 – 60 lembar, panjang batang antara 20 – 50 cm dan terselimuti daun, panjang tangkai buah antara 7,5 – 15 cm, bobot buahnya dapat mencapai 2,5 kg dengan mata buah yang besar, warna kulit buah hijau tua sampai kuning kemerahan, dan rasa daging buah manis.

Daun nenas dari PT. Great Giant Pineapple jumlahnya sekitar 2 kg daun/tanaman dengan jumlah tanaman/ha  $\pm$  4.500 tanaman, sehingga rata-rata produksi daun/ha mencapai  $\pm$  9.000 kg daun/ha.

Tanaman nenas varietas *Smooth cayene* dan bagian-bagiannya dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Tanaman nenas varietas *Smooth cayene* dan bagian-bagiannya**

Tanaman nenas diperbanyak dengan menggunakan bibit vegetatif, seperti tunas anakan yang tumbuh pada bagian batang di bawah tanah, tunas samping yang tumbuh pada batang, tunas mahkota diatas buah dan tunas-tunas yang tumbuh di tangkai buah (*slip*).

Bibit dari tunas anakan akan berbuah setelah berumur 12 bulan, bibit asal tunas samping 15 – 18 bulan, bibit asal tangkai buah 19 – 20 bulan, sedangkan bibit asal mahkota 22 – 24 bulan. Populasi tanaman berkisar antara 4.000 – 5.000 tanaman per ha. Biasanya bibit ditanam dalam bedengan dengan jarak tanam antara 75 – 90 cm (Fath, 2009).

Menurut Devendra (1980), limbah pertanian memiliki sifat sebagai berikut :

- a. Nilai nutrisi rendah, terutama protein dan kecernaannya;
- b. Bersifat *bulky* sehingga biaya angkut menjadi mahal karena membutuhkan ruang yang lebih besar per satuan berat tertentu;
- c. Kelembabannya tinggi dan menyulitkan penyimpanan;
- d. Sering terdapat komponen yang kurang disukai ternak dan mengandung racun.

Selain itu, dinding selnya terselimut oleh kompleks/kristal-kristal silika (Van Soest dan Jones, 1968) dan proses lignifikasi yang telah lanjut serta struktur selulosanya sudah berbentuk kristal (Jackson, 1977).

Namun, limbah daun nenas yang berasal dari PT Great Giant Pineapple justru berpotensi untuk digunakan sebagai pakan alternatif karena jumlahnya sangat banyak dan tersedia sepanjang musim. Berdasarkan bentuk fisiknya, limbah daun nenas ini memiliki bentuk panjang dan lebih lebar tanpa duri-duri halus di tepian

daunnya serta warna yang hijau tua kemerahan sehingga lebih disukai ternak dan tidak melukai ternak. Selain itu, bila ditinjau dari segi nilai nutrisinya, limbah daun nenas dapat dimanfaatkan sebagai pakan alternatif pengganti rumput segar di musim kemarau yang sifatnya cepat mengenyangkan.

Menurut Suparjo (2008), daun nenas merupakan salah satu jenis pakan yang cukup baik bagi ternak ruminansia, pemberiannya dapat dilakukan dalam bentuk segar, kering, atau silase. Ternak ruminansia dapat mengkonsumsi 15 – 20 kg daun nenas segar per ekor per hari tanpa menimbulkan pengaruh negatif. Hasil analisis proksimat limbah daun nenas disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Analisis proksimat limbah daun nenas (% bahan kering)**

<b>Komponen</b>	<b>PK</b>	<b>SK</b>	<b>Abu</b>	<b>LK</b>	<b>BETN</b>
Daun Segar	9,1	23,6	4,9	1,6	60,8
Daun Silase	6,0	22,8	10,0	2,9	58,3
Daun Kering (Hay)	3,5	16,2	5,2	0,5	74,6

Sumber : Suparjo (2008)

Keterangan :

PK : Protein kasar

LK : Lemak kasar

SK : Serat kasar

BETN : Bahan ekstrak tanpa nitrogen

Serat nenas terdiri atas selulosa dan non selulosa serta lignin yang terdapat pada bagian tengah daun. Selain itu lignin juga terdapat pada lamela dari serat dan dinding sel seratnya. Serat yang diperoleh dari daun nenas muda kekuatannya relatif rendah dan seratnya lebih pendek dibanding serat dari daun yang sudah tua. Menurut Lubis (1963) kadar serat kasar yang tinggi dapat mengganggu pencernaan zat-zat yang lainnya, akibatnya tingkat pencernaan menjadi menurun. Kadar serat yang tinggi akan menurunkan nilai TDN (*Total Digestible Nustrients*) dari bahan pakan.

Komposisi kimia serat daun nenas ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Komposisi kimia serat daun nenas**

<b>Komposisi kimia serat daun nenas</b>	<b>Nilai</b>
Selulosa	69,5 – 71,5 %
Pentosan	17,0 – 17,8 %
Lignin	4,4 – 4,7 %
Pektin	1,0 – 1,2 %
Lemak dan Wax	3,0 – 3,3 %
Abu	0,71 – 0,87 %
Zat-zat lain (protein, asam organik, dll.)	4,5 – 5,3 %

Sumber : Onggo dan Jovita (2003)

## 2.2. Amoniasi

Amoniasi adalah salah satu metode pengolahan pakan secara kimia dengan cara penambahan alkali dan asam yang difermentasi secara *aerob* atau *anaerob* (Pigden dan Bender, 1978). Prinsip amoniasi menurut Hanafi (2008) yaitu suatu proses perombakan dari struktur keras menjadi struktur lunak dengan bantuan bahan kimia sumber amonia atau  $\text{NH}_3$  agar dapat meningkatkan daya cerna dan kandungan nitrogen (protein) bahan pakan.

Tujuan dari proses amoniasi menurut Setyono dkk., (2009) adalah melarutkan mineral silikat, menghidrolisis ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa, meningkatkan kecernaan, meningkatkan kandungan protein kasar, serta menekan pertumbuhan jamur. Ditambahkan oleh Rahardi (2009), bahwa manfaat amoniasi yaitu merubah tekstur bahan menjadi lebih lunak dan rapuh, meningkatkan energi bruto tetapi menurunkan kadar BETN dan dinding sel, meningkatkan bahan organik, energi tercerna, dan konsumsi pakan.

Menurut Hanafi (2004), pengolahan dengan cara amoniasi mempunyai beberapa keuntungan, antara lain :

- a. Sederhana cara pengerjaannya dan tidak berbahaya;
- b. Lebih murah dan mudah dikerjakan dibanding dengan NaOH;
- c. Cukup efektif untuk menghilangkan aflatoksin (kontaminasi mikroorganisme);
- d. Meningkatkan kandungan protein kasar;
- e. Tidak menimbulkan polusi dalam tanah.

Ditambahkan oleh Kartasudjana (2001) bahwa proses amoniasi juga dapat memusnahkan telur cacing yang terdapat pada hijauan (bila ada).

Hasil penelitian Warly (1994) menunjukkan bahwa perlakuan amoniasi meningkatkan daya cerna jerami padi baik secara *in vivo*, *in vitro*, maupun *in sacco*, serta meningkatkan konsumsi pakan dan pertambahan bobot badan ternak domba.

Tiga sumber amonia yang dapat digunakan dalam proses amoniasi adalah  $\text{NH}_3$  dalam bentuk gas cair,  $\text{NH}_4\text{OH}$  dalam bentuk larutan, dan urea atau  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  dalam bentuk padat. Bahan sumber amonia yang disarankan untuk digunakan adalah urea karena lebih murah, mudah dalam penggunaannya, dan sedikit toksik yang ditimbulkan. Hal ini sesuai dengan kriteria zat kimia untuk pengolahan pakan yang dikemukakan oleh Owen dkk., (1984), yaitu harus efektif dalam meningkatkan daya cerna dan atau konsumsi, murah dan mudah didapat secara lokal, tidak meninggalkan residu yang beracun pada ternak, serta feces dan urin yang dikeluarkan tidak mengakibatkan polusi bagi lingkungan. Bahan tersebut juga harus mudah ditangani dan tidak membahayakan bagi peternak.

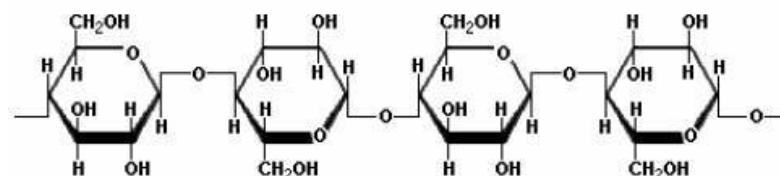
Urea yang digunakan adalah urea yang umumnya digunakan untuk pupuk, berbentuk kristal putih dan higroskopis (Siregar, 1995). Dalam 1 kg urea mengandung nitrogen sebanyak 42 – 45%, setara dengan protein kasar antara 262 – 281% (Belasco, 1954).

Perlakuan amoniasi menggunakan bahan sumber amonia berupa urea telah terbukti dapat meningkatkan pencernaan bahan organik pakan. Hal ini karena perlakuan urea merupakan hasil dari dua proses yang dilakukan secara simultan, yaitu hidrolisis urea (*ureolysis*) dan kerja amonia terhadap dinding sel bahan.

Hidrolisis urea merupakan reaksi enzimatik yang memerlukan enzim urease dalam media perlakuan. Urea yang telah terurai menjadi  $\text{NH}_3$  akan berikatan dengan air atau  $\text{H}_2\text{O}$  dan mengalami hidrolisis menjadi  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{OH}^-$ .  $\text{NH}_3$  yang berada pada suasana netral atau pH 7 akan lebih banyak terdapat sebagai  $\text{NH}_4^+$  sehingga amoniasi akan serupa dengan perlakuan alkali.

Gugus OH dapat memutuskan ikatan hidrogen antar karbon pada molekul glukosa yang terdapat pada ikatan selulosa, lignoselulosa, dan lignohemiselulosa. Kedua ikatan tersebut bersifat labil alkali (dapat diputus dengan perlakuan alkali) sehingga pakan akan lebih mudah memuai dan dicerna oleh mikroba rumen.

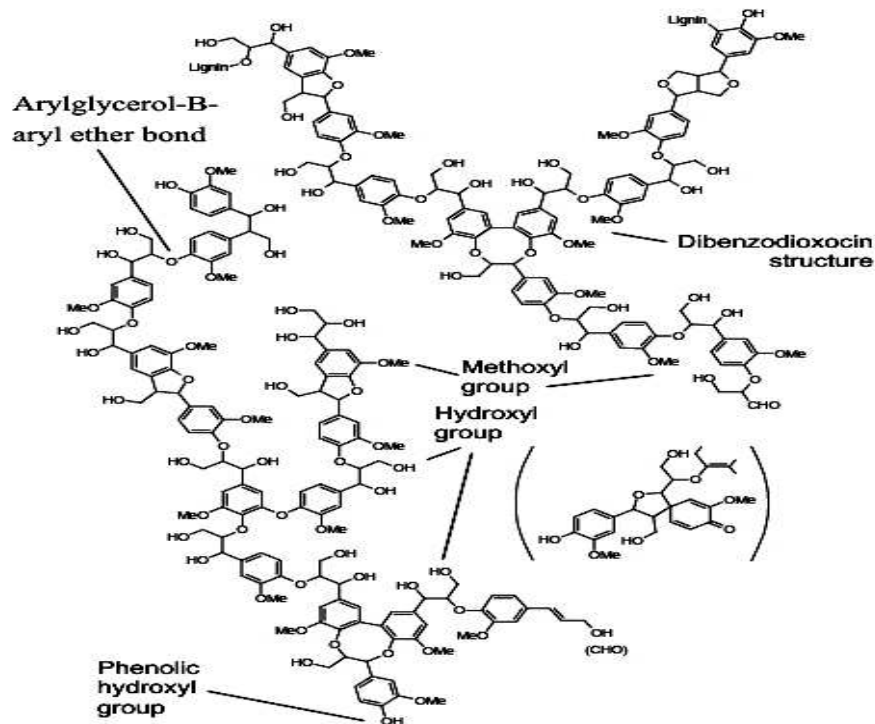
Berikut ditampilkan gambar skema selulosa dan lignin pada Gambar 2 dan 3.



**Gambar 2. Skema selulosa**

Sumber : Isroi (2008)





**Gambar 3. Skema lignin**

Sumber : Isroi (2008)

Pemuaian pakan akan melarutkan deposit lignin pada dinding dan ruang antar sel sehingga perlakuan amoniasi juga dapat menurunkan kadar zat makanan yang sulit bahkan tidak dicerna oleh ternak dan berdampak pada peningkatan daya cerna pakan lebih jauh (Hanafi, 2008).

Perlakuan amoniasi juga akan menyebabkan amonia terserap dan berikatan dengan gugus asetil dari bahan pakan, kemudian membentuk garam amonium asetat yang pada akhirnya terhitung sebagai protein bahan (Sutardi dkk., 1993). Urea dapat melonggarkan ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa, sehingga lignoselulosa membengkak dan bagian selulosa kristal berkurang, sehingga memudahkan penetrasi enzim yang dihasilkan mikroba rumen (Hanafi, 2004).

Menurut Sundstol dan Coxworth (1984), prinsip utama dari kerja amonia adalah merusak atau melonggarkan ikatan lignoselulosa dan meningkatkan daya larut hemiselulosa sehingga mudah dicerna mikroorganismen rumen. Amoniasi juga meningkatkan kandungan nitrogen melalui terfiksasinya nitrogen kedalam jaringan sel-sel bahan pakan yang kemudian terhitung sebagai protein bahan serta berfungsi sebagai pengawet pada bahan pakan.

Hal yang sama diungkapkan oleh Jackson (1977) bahwa penambahan bahan alkali terhadap bahan berkualitas rendah dapat menghidrolisis ikatan ester antara lignin dengan selulosa (lignoselulosa) dan hemiselulosa (lignohemiselulosa), memutus ikatan ester antara hemiselulosa dengan gugus asetil dan mengurangi atau menghilangkan kristal selulosa. Akan tetapi, urea sendiri tidak dapat menggantikan protein, urea dapat mensuplai nitrogen amino tetapi bagian lain dari molekul protein harus diperoleh dari sumber lain (Banerjee, 1978). Menurut Sutardi (1977) dan Banerjee (1978), kerangka karbon dan hidrogen dari molekul protein dapat diperoleh dari karbohidrat yang mudah difermentasi.

Proses amoniasi harus dilakukan dalam keadaan *anaerob* (tanpa oksigen) supaya glukosa bahan dapat diubah dalam reaksi respirasi menjadi piruvat. Tahapan pertama dalam reaksi respirasi adalah glikolisis. Glikolisis dimulai dari satu molekul glukosa sampai tahap akhirnya akan dihasilkan 2 molekul piruvat. Tahap ini juga akan menghasilkan 2 ATP dan memberikan dua elektron dan satu hidrogen pada  $\text{NAD}^+$  sehingga menjadi NADH (Whiting, 1970). Selain itu, keadaan *anaerob* akan menyebabkan panas yang berasal dari reaksi gas amoniak

akan dimanfaatkan untuk mempercepat waktu proses amoniasi karena semakin memudahkan proses pemutusan ikatan selulosa.

Cara amoniasi dibedakan menjadi dua, cara basah dan cara kering. Perbedaan keduanya hanya terletak pada penggunaan urea yang dilarutkan atau tidak dilarutkan dalam air. Cara yang lebih dianjurkan adalah amoniasi basah karena dengan pelarutan urea dalam air, amonia akan tersebar merata dalam bahan karena sifat air yang mengalir dan menempati ruang (Komar, 1984).

Untuk disimpan jangka lama, bahan pakan amoniasi harus dijemur dan dikeringkan di panas matahari selama kurang lebih satu minggu hingga kadar air mencapai 20%. Daya simpan bahan pakan amoniasi tersebut setelah dijemur dan kering yaitu 6 bulan sampai 1 tahun bila disimpan di bawah atap (Hesty, 2012).

Faktor yang dapat mempengaruhi efektifitas atau keberhasilan proses amoniasi dalam meningkatkan kualitas bahan pakan (Murni dkk., 2008) adalah :

#### 2.2.1. Dosis urea

Dosis atau dosis amonia untuk amoniasi adalah perbandingan antara berat nitrogen yang digunakan dibandingkan dengan berat bahan pakan. Diteliti sistematis sejak 1930-an di Jerman, dosis yang optimum untuk mengolah limbah lignoselulosa yaitu minimal 1,5% urea dari bahan kering. Penambahan urea dalam pakan maksimal adalah 6%. Pemberian diatas 6% dapat mengakibatkan keracunan pada ternak (Pathak, 1977).

Dosis urea 1 – 3% pada amoniasi jerami padi dapat memacu perkembangan mikroba dan meningkatkan energi serta populasi mikroba rumen, sehingga mikroba rumen dapat menghancurkan ikatan lignin, selulosa dan silika yang merupakan faktor penghambat utama daya cerna pada limbah jerami padi (Wahyuni dan Bijanti, 2006).

Perlakuan amoniasi jerami padi dengan menggunakan urea 3% dapat meningkatkan kadar nitrogen bahan yang pada akhirnya akan terhitung sebagai protein pakan. Penambahan urea sebagai sumber *non protein nitrogen* (NPN) akan diurai oleh enzim urease yang berasal dari mikroba rumen menjadi amonia dan karbondioksida. Amonia selanjutnya digunakan untuk sintesis protein tubuh (Davies dkk., 2000).

Hanafi (2004) menyarankan penggunaan urea sebanyak 3% dari bahan kering untuk jenis limbah daun kelapa sawit. Hal ini didukung dari pernyataan McDonald dan Whittenbury, (1973) dan Chalupa (1975) bahwa penggunaan urea dalam bahan pakan sebaiknya tidak melebihi 3% dari BK bahan pakan. Selain itu, hasil penelitian Permata (2012) menunjukkan bahwa penambahan urea sebanyak 3% dari bahan kering bahan ampas tebu dapat meningkatkan kandungan bahan kering sebanyak 0,04% dari nilai 88,51% menjadi 92,92%, dan menurunkan kandungan serat kasar sebesar 0,04% dari nilai 51,45% menjadi 47,43%.

Faktor-faktor lainnya menurut Murni dkk., (2008), yaitu suhu, lama perlakuan, kadar air bahan, jenis dan kualitas limbah, serta perlakuan lain yang dilakukan terhadap bahan.

### 2.2.2. Suhu

Suhu yang tinggi dapat mempercepat reaksi kimia. Suhu optimum perombakan urea antara 30 – 60°C. Perombakan urea secara sempurna dapat terjadi setelah 1 minggu atau bahkan 24 jam pada kisaran suhu 45 – 60°C. Perombakan urea berjalan sangat lambat pada kisaran suhu 5 – 10°C.

### 2.2.3. Lama perlakuan

Lama perlakuan adalah lamanya waktu inkubasi bahan pakan yang telah ditambahkan urea. Amonia memiliki reaksi kimia yang lebih rendah sehingga memerlukan waktu pemeraman yang lebih panjang. Lama waktu inkubasi bergantung pada suhu saat perlakuan dan metode yang digunakan. Proses amoniasi dengan penambahan urea memerlukan waktu lebih lama karena dibutuhkan proses perombakan urea oleh enzim urease menjadi amonia. Lama perlakuan sekitar 8 minggu pada suhu 5°C dan sekitar 1 minggu pada suhu 30°C.

### 2.2.4. Kandungan air bahan

Kandungan air bahan yang akan digunakan dalam proses amoniasi optimal adalah 30% dan maksimal 50%. Kelembaban di bawah 30% dapat memperlambat proses perombakan urea, sedangkan kelembaban diatas 50% dapat mengurangi kekompakan substrat, peluruhan larutan urea ke bawah media dan tumbuhnya jamur. Bila bahan yang digunakan mengandung kadar air tinggi, maka perlu dilakukan pelayuan atau pengeringan terlebih dahulu.

### 2.2.5. Jenis dan kualitas limbah

Jenis dan kualitas limbah dapat memberi respon yang berbeda. Limbah dengan kualitas jelek umumnya memberi respon yang lebih baik terhadap proses amoniasi dibandingkan limbah dengan kualitas baik.

### 2.2.6. Perlakuan lain terhadap bahan

Proses amoniasi akan berjalan lebih baik jika disertai dengan perlakuan lain seperti penambahan sumber enzim urease untuk mempercepat perombakan urea menjadi amonia dan perlakuan fisik seperti pemotongan atau penggilingan untuk meningkatkan luas permukaan bahan yang dapat kontak dengan amonia.

Aktivitas enzim urease dari ekstrak tanaman dan feses ternak disajikan dalam

Tabel 3.

**Tabel 3. Aktivitas enzim urease dari ekstrak tanaman dan feses ternak**

Sumber Enzim	Aktivitas	Sumber Enzim	Aktivitas
Kacang kedelai <sup>1</sup>	790	Dedak <sup>1</sup>	42
Glirisidia <sup>1</sup>	80	Feses kerbau segar <sup>1</sup>	28
Lamtoro <sup>1</sup>	112	Feses sapi segar <sup>1</sup>	120
Daun mimosa <sup>1</sup>	86	Biji semangka <sup>2</sup>	335
Daun bunga matahari <sup>1</sup>	42	Biji labu <sup>2</sup>	755
Daun pisang <sup>1</sup>	24	Biji nangka <sup>2</sup>	4871

Sumber : Murni dkk. (2008)

Keterangan : <sup>1</sup> mg NH<sub>3</sub>/g/3 jam      <sup>2</sup> mg NH<sub>3</sub>/g/jam

Ciri-ciri hasil amoniasi yang baik pada jerami padi menurut Sumarsih dan Tampobolon (2003), yaitu memiliki bau yang khas amonia, berwarna kecoklat-coklatan seperti bahan awal, tekstur berubah menjadi lebih lunak, lembut dan kering, tidak berjamur atau menggumpal, tidak berlendir dan pH yang dihasilkan sekitar 8 atau basa.

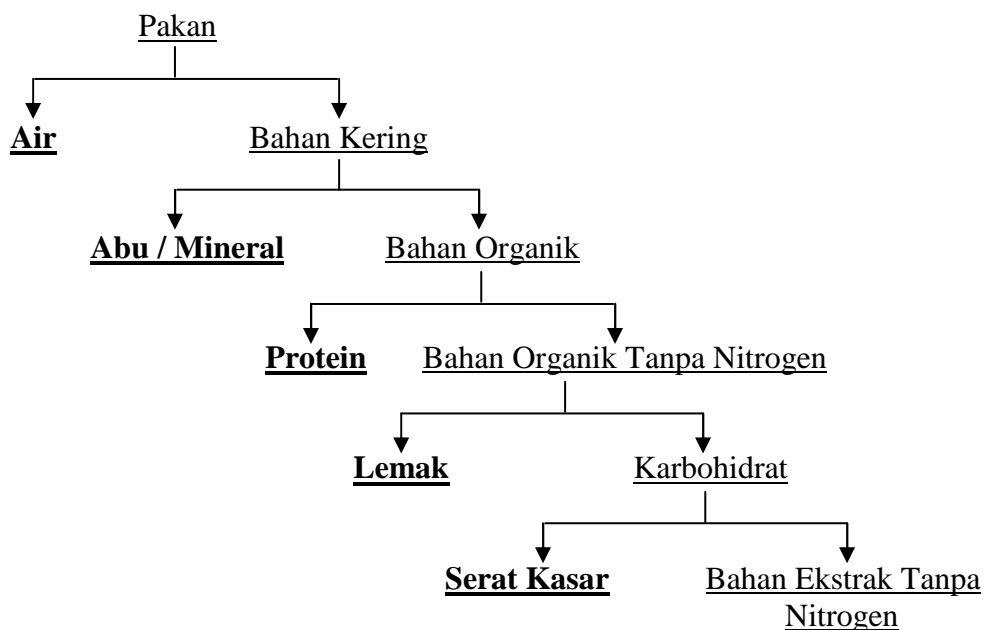
### 2.3. Analisis Proksimat

Hennerberg dan Stohman di *Weende Experiment Station* Jerman pada 1865 menggambarkan bahwa pakan terdiri dari zat makanan berupa air, abu/mineral, protein, lemak, serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN). Kata *proksimat* berasal dari bahasa latin yaitu *proximus* yang berarti terdekat karena besarnya nilai kandungan zat makanan yang diperoleh dalam analisis tersebut bukan nilai sebenarnya, tetapi merupakan nilai-nilai yang mendekati nilai sebenarnya sehingga hasilnya disebut kadar.

Analisis proksimat merupakan penentuan kadar zat makanan pada pakan dengan cara evaluasi kimia secara kuantitatif yang dilakukan di laboratorium. Metode ini hanya menganalisis kadar air, abu, protein, lemak, dan serat kasar, sedangkan kadar BETN diperoleh dari hasil perhitungan. Data dapat dihitung berdasarkan bahan segar, kering udara, dan bahan kering apabila sampel awal berupa segar. Apabila data akan dicantumkan dalam laporan, sebaiknya disajikan berdasarkan bahan kering.

Sampel yang menjadi hal penting dalam melakukan analisis dapat di terjemahkan sebagai suatu bagian kecil dari bagian besar yang diambil secara acak dari suatu bahan yang akan dianalisis sehingga dapat mewakili bahan yang ingin diketahui kandungannya. Sampel analisis untuk analisis proksimat berupa tepung dengan ukuran 40 *mash* (Fathul, 1999).

Bagan zat-zat makanan dalam pakan dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Bagan zat-zat makanan dalam pakan**

Sumber : Fathul, 1999

### 2.3.1. Bahan Kering

Bahan kering hijauan kaya akan serat kasar, karena terdiri dari kira-kira 20% isi sel dan 80% dinding sel. Dinding sel terutama tersusun dari dua jenis serat, yang larut dalam detergen asam yaitu hemiselulosa dan sedikit protein dinding sel, dan yang tidak larut dalam detergen asam yaitu ligno-selulosa, yang lazim disebut *acid detergent fiber* (ADF).

Menurut Sutardi (1980) isi sel terdiri atas zat-zat yang mudah dicerna yaitu protein, karbohidrat, mineral dan lemak, sedangkan dinding sel terdiri atas sebagian besar selulosa, hemiselulosa, peptin, protein dinding sel, lignin dan silika. Bahan kering berfungsi sebagai pengisi lambung dan perangsang dinding saluran pencernaan untuk menggiatkan pembentukan enzim (Lubis, 1992). Dari



hasil penelitian Wanapat dkk., (1982) penambahan air pada bahan pakan yang telah ditambahkan urea akan dapat menurunkan kandungan bahan kering.

Nilai kadar bahan kering dapat diketahui jika nilai kadar air bahan tersebut telah diketahui. Rumus untuk menentukan nilai kadar bahan kering adalah sebagai berikut :

$$\text{Bahan Kering (\%)}_{(KU)} = 100\% - \text{Kadar Air (\%)}_{(KU)}$$

Keterangan :

KU : Kering udara

### 2.3.2. Serat Kasar

Serat kasar terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin dan silika, dimana kandungan serat kasar dipengaruhi spesies, umur dan bagian tanaman.

Kematangan fisik hijauan mempengaruhi kandungan lignin. Proses lignifikasi lebih banyak menghambat pencernaan dinding sel rumput daripada legum (Jung, 1989).

Tingginya kandungan lignin pada bahan pakan akan berpengaruh terhadap kerja enzim mikroba rumen dalam mencerna zat-zat makanan di dalam rumen (Sutardi, 1980). Lignin berperan memperkuat struktur dinding sel dengan mengikat selulosa dan hemiselulosa yang sulit dicerna oleh mikroorganisme rumen.

Selulosa dan hemiselulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman dan hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan berikatan dengan bahan lain yaitu lignin yang membentuk lignoselulosa dan lignohemiselulosa. Selulosa dan hemiselulosa pada kompleks

lignoselulosa dan lignohemiselulosa tidak dapat dihidrolisis oleh enzim selulase dan hemiselulase kecuali bila ikatan kompleks ini bisa diregangkan.

#### a. Selulosa

Selulosa adalah senyawa yang termasuk golongan karbohidrat dengan rumus molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$  dan merupakan unsur utama pembentuk dinding sel. Setiap satu molekul selulosa dapat terdiri lebih dari seribu molekul glukosa. Selulosa pada dinding sel yang tidak berlignin akan dapat dicerna dengan lebih mudah didalam rumen.

Menurut Sutardi (1980) kristal selulosa merupakan bagian yang penting dari kerangka dinding sel tanaman. Selulosa dalam tanaman sering terdapat sebagai senyawa bersama lignin, membentuk ligno-selulosa yang merupakan kristal yang kompak. Selanjutnya Van Soest dan Jones (1968) membuktikan bahwa silika dapat menurunkan pencernaan hijauan, sehingga semakin tinggi kandungan silika pada hijauan, koefisien cernanya cenderung menurun.

Selulosa adalah polimer yang tersusun atas unit-unit glukosa melalui ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosida. Bentuk polimer ini memungkinkan selulosa saling menumpuk/terikat menjadi bentuk serat yang sangat kuat. Panjang molekul selulosa ditentukan oleh jumlah unit 4 glukosa di dalam polimer, disebut dengan derajat polimerisasi. Derajat polimerisasi selulosa tergantung pada jenis tanaman dan umumnya dalam kisaran 200 – 27.000 unit glukosa. Selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan asam atau enzim (Safan, 2008).

## b. Lignin

Lignin adalah molekul kompleks yang tersusun dari unit *phenylpropane* yang terikat di dalam struktur tiga dimensi dan umumnya berwarna coklat. Unit *phenylpropene* tersebut yaitu: unit *guaiacyl* (G) dari prekursor *trans-coniferyl-alcohol*; *syringyl* (S) unit dari *trans-sihapyl-alcohol*; dan *p-hydroxyphenyl* (H) unit dari prekursor *trans-p-coumaryl alcohol* (Lundquist and Parkas, 2011).

Lignin adalah material yang paling kuat dalam biomassa, namun sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatik, maupun kimia. Karena kandungan karbon yang relatif tinggi dibandingkan dengan selulosa, lignin memiliki kandungan energi yang tinggi (Safan, 2008).

Lignin merupakan suatu zat kompleks yang sulit dicerna (Anggorodi, 1990). Konsentrasi lignin lebih besar pada jaringan batang daripada jaringan daun. Ikatan lignin merupakan penghambat pencernaan dinding sel tanaman. Semakin banyak lignin terdapat dalam dinding sel koefisien cerna hijauan tersebut semakin rendah. Lignin sebagai komponen kimia dinding sel hijauan sering dihubungkan dengan pengurangan pencernaan serat kasar (Jung, 1989).

Struktur kimia asal lignin mengalami perubahan di bawah kondisi suhu yang tinggi dan asam, seperti pada *pretreatment* dengan uap panas. Reaksi pada temperature tinggi di atas 200°C, lignin terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa (Lundquist and Parkas, 2011).

Prinsip analisis kadar serat kasar adalah semua zat yang hilang pada waktu pemijaran di dalam tanur pada suhu 600°C selama 2 jam, sesudah mengalami pencucian dengan asam kuat dan basa kuat encer (Fathul, 1999). Berikut adalah rumus untuk menghitung kadar serat kasar :

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{(D - C) - (F - E)}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan :

A : Bobot kertas (g)

B : Bobot kertas berisi sampel analisis (g)

C : Bobot *whatman ashless* (g)

D : Bobot *whatman ashless* berisi residu (g)

E : Bobot cawan porselein (g)

F : Bobot cawan porselein berisi abu (g)

### 2.3.3. Kadar Abu

Kadar abu merupakan sisa pembakaran dalam tanur pada suhu 600°C. Pada suhu yang sangat tinggi, semua bahan organik (karbohidrat, lemak, dan protein, serta serat kasar) akan terbakar habis dan sisanya berupa abu yang merupakan bahan anorganik yang banyak mengandung mineral (Fathul, 1999).

Maka, dengan mengetahui kadar abu, akan diketahui pula seberapa banyak bahan organik dalam sampel tersebut. Bila kadar abu setelah dilakukan perlakuan penambahan urea nilainya lebih tinggi dibandingkan nilai kadar abu sebelum diberi perlakuan penambahan urea, berarti bahwa kandungan bahan organik termasuk serat kasar nilainya akan berkurang. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perlakuan penambahan urea terbukti dapat mengurangi nilai kadar serta kasar yang tinggi.

Prinsip dalam analisis kadar abu, yaitu semua zat yang tersisa setelah pengabuan/pemijaran dalam tanur pada suhu 600°C selama 2 jam. Tetapi, pada suhu yang terlalu tinggi (600°C), kemungkinan terjadi penguapan pada chlorine,

*zinc, selenium, dan iodin*. Hal ini akan berpengaruh pada hasil analisis kadar abu tersebut sehingga nilai kadar abu lebih rendah dari yang sebenarnya, maka pada beberapa literatur kadar abu disebut *ash* bukan mineral. Bila abu yang tertinggal akan digunakan untuk analisis kandungan mineral, suhu yang digunakan adalah 590°C saat pemijaran (Fathul, 1999).

Rumus untuk menghitung kadar abu adalah sebagai berikut :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{C-A}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan :

A : Bobot cawan porselein (g)

B : Bobot cawan porselein berisi sampel sebelum diabukan (g)

C : Bobot cawan porselein berisi sampel setelah diabukan (g)