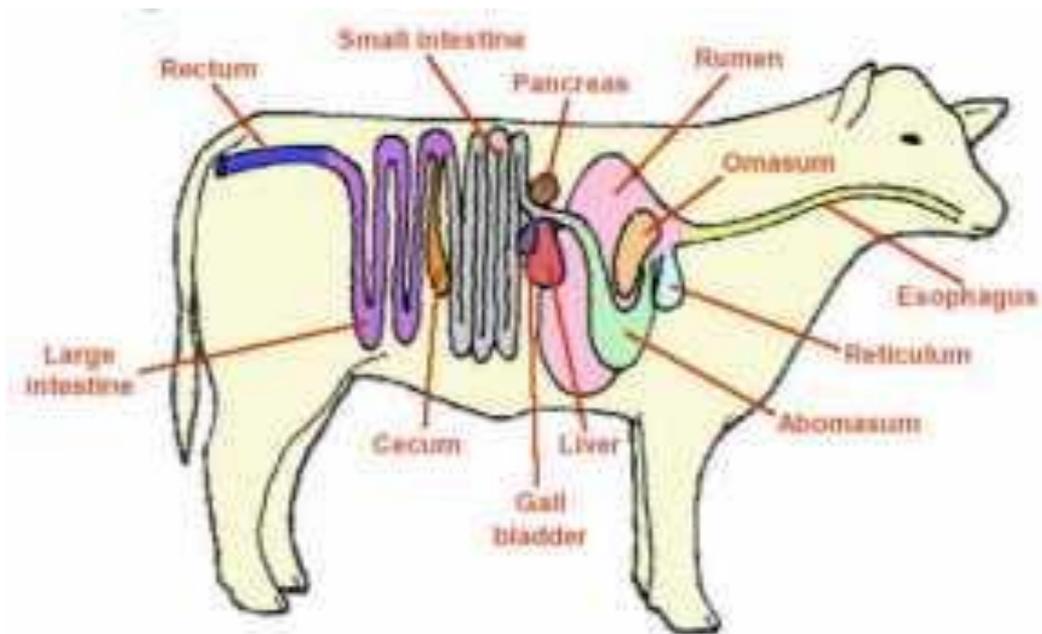


**BAHAN AJAR**  
**PAKAN TERNAK RUMINANSIA**  
**STRATEGI PEMBERIAN PAKAN**



**OLEH**

**PROF. DR. IR. I GST. NYM GDE BIDURA, MS**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN**  
**FAKULTAS PETERNAKAN**  
**UNIVERSITAS UDAYANA**  
**DENPASAR**  
**2016**

## PRAKATA

Pengembangan ternak ruminansia besar (sapi bali) secara ekstensif, sangat tidak memungkinkan karena akan diperlukan lahan yang cukup luas. Untuk itu, diperlukan sentuhan teknologi dalam strategi pemberian pakan, sehingga akan terwujud peternakan yang efisien dalam memanfaatkan sumberdaya alam. Sentuhan teknologi ini akan mendukung program terobosan Direktorat Jenderal Produksi Peternakan, yakni swasembada daging sapi pada tahun 2014 (Direktorat Jenderal Peternakan, 2000).

Pengembangan sapi potong (sapi Bali) perlu mendapat perhatian serius mengingat permintaan daging tidak dapat dipenuhi oleh pasokan daging dalam negeri. Sebagian besar kebutuhan daging dalam negeri dipenuhi oleh daging impor. Hal ini merupakan peluang dan tantangan untuk pengembangan budidaya sapi potong yang efisien dan berorientasi pasar. Sebagaimana halnya manusia, ternak pun membutuhkan gizi yang lengkap. Makin banyak ragam bahan baku yang dipakai dalam menyusun ransum makin baik pula kualitas Pakan tersebut. Ternak yang diberikan pakan mengandung bahan baku nabati dan hewani umumnya, akan mempunyai performans yang jauh lebih baik dari ternak yang hanya menerima pakan berbahan baku nabati saja. Hal ini dapat dijelaskan dengan adanya saling melengkapi kekurangan gizi satu bahan dengan bahan lainnya.

Dalam buku ini, dikupas sistem pencernaan ternak ruminansia dan jenis pakan apa yang diberikan sehingga diperoleh produktivitas sapi yang optimal. Dengan demikian, bahan ajar ini akan sangat berguna dan membantu sekali dalam pemahaman mengenai kuantitas dan kualitas bahan pakan.

Sasaran utama pengguna buku ajar ini adalah mahasiswa peternakan tingkat sarjana untuk menunjang Mata Kuliah “Nutrisi Ternak Ruminansia” maupun mahasiswa pascasarjana di bidang peternakan dan yang terkait dengannya. Selain itu, buku ini juga akan bermanfaat bagi mereka yang berkecimpung atau setidaknya menaruh minat di bidang peternakan, karena dalam buku ini juga diberikan beberapa hasil penelitian dan pemanfaatan berbagai macam limbah, baik dengan maupun tanpa sentuhan teknologi.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Rektor Universitas Udayana, atas dana yang diberikan sehingga bahan ajar ini dapat terselesaikan. Ucapan yang sama juga disampaikan kepada Bapak Dekan Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, atas waktu dan dorongan yang diberikan sehingga penyusunan buku ajar ini dapat terselesaikan. Penerbitan buku ini pun akan sulit terwujud bila tidak ada kesempatan dan bimbingan dari bapak Prof. Ir. Dewa Ketut Harya Putra, M.Sc. Ph.D. Karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada beliau.

Akhirnya, penulis berharap semoga buku ini berguna untuk menambah pengetahuan dan menjadi rujukan dalam penyusunan ransum ternak dengan memperhitungkan prinsip-prinsip ekonomi, sehingga produktivitas ternak dapat ditingkatkan. Buku ajar yang sederhana ini tidak akan sempurna bila tidak ada kritik saran dari pembaca. Oleh karena itu, segala kritik dan saran untuk kesempurnaan buku ajar ini sangat kami harapkan.

Denpasar, Nopember 2016  
Hormat kami,

Penyusun

## DAFTAR ISI

	halaman
<b>PRAKATA</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Aktivitas Mikroba Rumen .....	3
1.3 Konsep Modern Dalam Penyusunan Ransum .....	4
<b>II. PERTUMBUHAN SAPI BALI</b> .....	6
2.1 Karakteristik Sapi Bali .....	6
2.2 Arah Pengembangan Sapi Bali .....	8
2.3 Pakan Sapi Bali .....	11
2.4 Strategi Penyediaan Pakan berbasis Pakan Lokal .....	13
2.5 Strategi Pemakaian Bahan Baku Pakan Lokal .....	17
2.6 Peranan Konsentrat pada Ternak Sapi .....	19
2.7 Peranan Protein pada Ternak Sapi.....	21
2.8 Manfaat Suplementasi Mineral Ternak Sapi .....	24
2.9 Manfaat Suplementasi Vitamin Pada Pakan Ternak Sapi .....	27
2.10 Jerami Padi Sebagai Pakan Sapi .....	28
2.10.1. Potensi Jerami Padi sebagai Pakan .....	28
2.10.2. Pengolahan Jerami .....	31
<b>III STRATEGI PENYEDIAAN PAKAN TERNAK RUMINANSIA BERKELANJUTAN</b> .....	36
3.1 Pemanfaatan Lahan .....	36
3.2 Limbah Agro-Industri .....	37
3.3 Manfaat Penggunaan Teknologi Fermentasi .....	39
3.4 Indikator Keberhasilan Fermentasi .....	43
3.5 Konsumsi Nutrien pada Ruminansia.....	44
<b>IV SISTEM PENCERNAAN TERNAK RUMINANSIA</b> .....	47
4.1 Ekosistem Rumen Ternak Ruminansia .....	53

4.2	Pencernaan Karbohidrat .....	57
4.3	Biofermentasi Pakan Berserat .....	59
4.4	Pencernaan Protein .....	64
<b>V.</b>	<b>PENUTUP</b> .....	66
5.1	Ketahanan Pakan .....	66
5.2	Pakan Lokal .....	67
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	86

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Strategi pembangunan di daerah Bali menyongsong abad ke-21 bertumpu pada sektor pertanian, pariwisata, industri kecil, dan koperasi (Bappeda, 2000). Pengembangan semua sektor itu diharapkan mampu menyentuh kehidupan masyarakat dan berkembang secara seimbang, sehingga pemberdayaan masyarakat betul-betul dapat diwujudkan terutama masyarakat pedesaan. Peternakan sapi sebagai salah satu sektor pertanian telah berkembang dengan baik sejalan dengan terpuruknya pariwisata akibat bom Bali. Mengingat wilayah Bali yang sempit ini, tidak mungkin mengembangkan ternak secara ekstensif, sehingga pengembangan ternak secara intensif merupakan pilihan yang tepat. Untuk itu, diperlukan sentuhan teknologi dalam strategi pemberian pakan, sehingga akan terwujud peternakan yang efisien dalam memanfaatkan sumberdaya alam. Sentuhan teknologi ini akan mendukung program terobosan Direktorat Jenderal Produksi Peternakan, yakni swasembada daging sapi pada tahun 2014 (Direktorat Jenderal Peternakan, 2000).

Pengembangan sapi potong (sapi Bali) perlu mendapat perhatian serius mengingat permintaan daging tidak dapat dipenuhi oleh pasokan daging dalam negeri. Sebagian besar kebutuhan daging dalam negeri dipenuhi oleh daging impor. Hal ini merupakan peluang dan tantangan untuk pengembangan budidaya sapi potong yang efisien dan berorientasi pasar.

Kendala utama yang dijumpai adalah rendahnya produktivitas sapi Bali penggemukan akibat rendahnya kualitas pakan yang diberikan dan belum mengacu

pada strategi pemberian pakan yang efisien dengan prinsip-prinsip ilmu nutrisi ternak. Kendala lainnya adalah terbatasnya lahan untuk pengembangan hijauan pakan sehingga kontinuitas penyediaan hijauan sulit tercapai. Di lain pihak, ketersediaan limbah pertanian belum dimanfaatkan secara optimal sebagai pakan sapi.

Faktor pakan termasuk faktor yang paling dominan pengaruhnya terhadap produktivitas ternak, sebab untuk mendeposit nutrisi dalam bentuk masa tubuh diperlukan bahan baku dari pakan. Namun nutrisi yang terdapat di dalam bahan pakan kadang-kadang berada dalam bentuk molekul yang sulit dicerna oleh enzim-enzim pencernaan.

Jerami padi (*Oriza sativa*) adalah salah satu limbah pertanian yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pakan hijauan. Produksi jerami pada di Bali mencapai 4,66 ton berat kering per hektar (BPS Propinsi Bali, 2000). Akan tetapi kualitas jerami padi rendah dengan kandungan protein kasar berkisar antara 3 – 4% dari bahan kering. Disamping itu, kandungan mineral kalsium dan fosfor serta vitaminnya juga sangat rendah (Sutrisno, 1988).

Meningkatkan pemanfaatan jerami padi sebagai pakan sapi dapat dilakukan melalui teknologi suplementasi mineral dan vitamin. Teknologi suplementasi ini tidak memberikan perlakuan jerami sebelum di makan ternak, melainkan memberikan suplemen berupa mineral dan vitamin dalam konsentrat sehingga aktivitas mikroba rumen meningkat. Meningkatnya aktivitas mikroba rumen akan dapat meningkatkan daya cerna jerami padi. Dengan demikian, jerami padi sebagai pakan dasar sapi penggemukan dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa memberikan perlakuan khusus sebelum di makan.

## 1.2 Aktivitas Mikroba Rumen

Dalam mencerna pakan, ternak ruminansia di bantu oleh mikroorganisme di dalam rumen ternak bersangkutan. Beberapa peneliti mendapatkan bahwa aktivitas enzimatik mikroorganisme rumen dapat dihilangkan melalui pemberian ransum yang kaya dengan karbohidrat dan protein yang mudah di degradasi oleh mikroba rumen serta melalui suplementasi mineral (Murtidjo,1993). Sumber mineral yang dapat disuplementasikan dalam ransum, salah satunya adalah mineral pignox yang banyak beredar dipasaran serta ammonium sulfat, garam dapur, dan kapur (Putra, 1999).

Suplementasi mineral dalam ransum dapat memperbaiki pencernaan ransum (bahan kering), protein kasar, dan serat ditergen asam, serta meningkatkan populasi mikroorganisme rumen, sehingga dapat meningkatkan penampilan sapi sampai 15% lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa suplementasi mineral (Erwanto, 1995).

Meningkatnya aktivitas enzim mikroba, akan dapat meningkatkan pencernaan nitrien dalam rumen, sehingga konsumsi pakannya meningkat pula. Defisiensi mineral Zn ternyata dapat menurunkan selera makan yang berdampak pada penurunan konsumsi pakan (Elurtidjo, 1993). Sebaliknya, mineral Zn dapat meningkatkan populasi bakteri, meningkatkan sintesis protein mikroba, pencernaan, dan pertambahan berat badan sapi (Putra,1999).

Suplementasi mineral dan vitamin tidak saja untuk memenuhi kebutuhan mikroba, juga untuk memenuhi kebutuhan induk semang atau ternak. Defisiensi salah satu mineral atau vitamin menyebabkan komposisi kimia ransum kurang seimbang sehingga berpengaruh terhadap tingkat konsumsi ransum dan produktivitas ternak (Parakkasi, 1998). Mineral yang umum diketahui atau dicurigai defisiensi di Indonesia adalah mineral P, Co, Se, Zn, dan Si, sedangkan yang dicurigai berlebihan

yang dapat menimbulkan keracunan adalah Mn (McDowell *et al.*, 1983).

Uraian diatas menunjukkan bahwa mineral maupun vitamin sangat berperan dalam meningkatkan aktivitas mikroorganisme rumen, yang secara umum menentukan dalam proses fermentasi pakan berserat tinggi, sehingga dapat meningkatkan pencernaan pakan. Penambahan mineral dan vitamin dalam ransum berbasis jerami padi perlu dilakukan dengan harapan pencernaan dan konsumsi pakan dapat meningkat, sehingga pertumbuhan ternak maksimal.

Strategi pemberian pakan perlu mendapat perhatian dalam usaha peternakan sapi potong. Terbatasnya lahan untuk penyediaan hijauan pakan secara kontinu dan melipahnya limbah pertanian yang belum termanfaatkan secara optimal sebagai pakan sapi merupakan permasalahan yang perlu solusi secara komprehensif. Jerami padi sebagai salah satu limbah pertanian mempunyai kualitas yang sangat rendah. Oleh karena itu, jerami padi sebagai pakan dasar sapi Bali penggemukan perlu disuplementasikan dengan bahan pakan lain untuk memacu aktivitas mikroba dalam rumen maupun untuk kebutuhan inangnya. Seberapa jauh suplementasi mineral dan vitamin dalam ransum berbasis jerami padi sebagai pakan dasar dapat meningkatkan produktivitas sapi Bali penggemukan dilihat dari segi pertumbuhan, efisiensi penggunaan ransum, dan pencernaan daripada bahan pakan tersebut.

### **1.3 Konsep Modern Dalam Penyusunan Ransum**

Konsep modern yang harus dikembangkan dalam penyusunan ransum ternak ruminansia adalah keseimbangan zat-zat makanan terutama protein dan energi untuk menunjang produksi protein microbial yang maksimal, disamping pasokan protein makanan yang lolos dari degradasi rumen (Febriana, 2006).

Amonia yang bersumber dari perombakan protein makanan dan NPN sebagian besar digunakan oleh mikroba untuk membentuk protein tubuhnya, sedangkan fermentasi karbohidrat akan menyediakan kerangka karbon dan energi untuk sintesis protein mikroba. Dengan demikian, apabila ammonia cukup, maka penambahan sumber karbohidrat yang mudah tersedia dapat meningkatkan sintesis protein mikroba.

Konsentrat sebagai ransum ternak ruminansia dapat disusun dari bahan yang berbeda seperti dedak padi, tepung darah, onggok, dan ampas tahu. Darah merupakan sisa pemotongan hewan yang belum dimanfaatkan secara optimal bahkan di beberapa daerah, darah sering menyebabkan pencemaran air dan lingkungan. Walaupun darah sulit didegradasi dalam rumen, namun diharapkan akan menjadi sumber *by-pass protein* yang dapat dimanfaatkan oleh ternak pascarumen.

Pemberian ransum basal jerami padi amoniasi urea harus didukung oleh konsentrat yang mengandung energi yang mudah difermentasikan, karena produksi ammonia dalam rumen yang berasal dari urea akan cepat terjadi setelah makan, sedangkan pakan berkualitas rendah seperti jerami padi tersebut tidak mampu menyediakan energi yang cukup dalam waktu yang relative singkat untuk keperluan produksi massa microbial yang maksimal. Oleh karena itu setiapimbangan jerami padi amoniasi urea dan konsentrat dalam ransum secara langsung akan mempengaruhi tingkat efisiensi sintesis protein microbial.

Dengan formulasi ransum yang tepat diharapkan terjadi sinkronisasi antara kebutuhan energi dengan protein untuk pertumbuhan dan pembentukan protein microbial rumen.

## **BAB II. PERTUMBUHAN SAPI BALI**

### **2.1. Karakteristik Sapi Bali**

Sapi Bali dinyatakan sebagai keturunan banteng liar (*Bibos banteng*, *Bibos javanicus*, *Bos sundaikus*) yang masih terdapat di Jawa Barat, Jawa Timur, dan Kalimantan (Payne, 1970). Sliper (1954) menyatakan bahwa sapi Bali merupakan hasil dari domestikasi banteng liar dan domestikasinya terjadi di Pulau Bali. Saat ini sapi Bali tetap dipertahankan kemurniannya dan dilindungi oleh undang-undang hasil konvensi dokter hewan luar biasa di Pamekasan pada tahun 1943, tentang pemuliaan sapi di Indonesia.

Sapi Bali hampir tersebar di seluruh Indonesia bahkan terdapat di negara bagian Sabah, Serawak, Malaysia, Philipina, dan Australia Utara (Payne, 1970). Penyebaran sapi Bali semakin pesat karena adanya program pemerintah untuk menyebarkan sapi Bali ke daerah transmigrasi sekitar tahun 1980-an, untuk mengatasi kekurangan tenaga dalam mengolah lahan pertanian. Populasi sapi Bali di Bali semenjak tahun 1999 mengalami peningkatan, yaitu dari 526.781 ekor menjadi 539.781 ekor pada tahun 2003, dengan konsentrasi populasi tertinggi di Kabupaten Karangasem sekitar 124 ekor pada tahun 1999 menjadi 133.448 ekor pada tahun 2003 (Disnak Bali, 2003).

Ciri khas sapi Bali terlihat dari warna khasnya, yaitu pada waktu muda sapi jantan berwarna coklat muda keemasan (merah bata) dengan warna putih terdapat pada pantat, kaki bawah, bagian bawah perut, sekitar bibir, telinga bagian dalam, dan ekor. Warna bulu hitam terdapat di sepanjang garis punggung mulai dari belakang

gumba sampai ke ekor dan bulu ujung ekor sapi jantan yang telah dewasa. Sapi jantan dewasa (umur 7-10 bulan) warna bulunya berubah dari colat muda ke emasan menjadi hitam dan kembali ke warna asalnya bila dilakukan kastrasi. Lebih jelasnya tersaji pada Gambar 2.1. Apabila dibandingkan dengan jenis sapi potong lainnya, sapi Bali memiliki ciri-ciri sapi potong terbaik di Indonesia, yaitu kaki pendek, badan panjang, ukuran lingkaran dada cukup besar, fertilitas tinggi, kadar lemak karkas rendah, dan persentase karkas relatif tinggi (Payne, 1970).



Gambar 2.1. Ciri khas sapi Bali berwarna coklat muda keemasan (merah bata) dengan warna putih terdapat pada pantat, kaki bawah, bagian bawah perut, sekitar bibir, telinga bagian dalam, dan ekor.

Sapi Bali memiliki kemampuan yang baik untuk cepat menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru, daya tahan terhadap panas atau hujan (tanpa dibuatkan kandang) termasuk yang terbaik diantara sapi lain yang ada di Indonesia, bahkan dapat hidup dengan baik walau hanya dengan pakan berupa daun bambu kering, pelepah kelapa, dan batang ketela pohon (Masudana, 1990).

## 2.2 Arah Pengembangan Sapi Bali

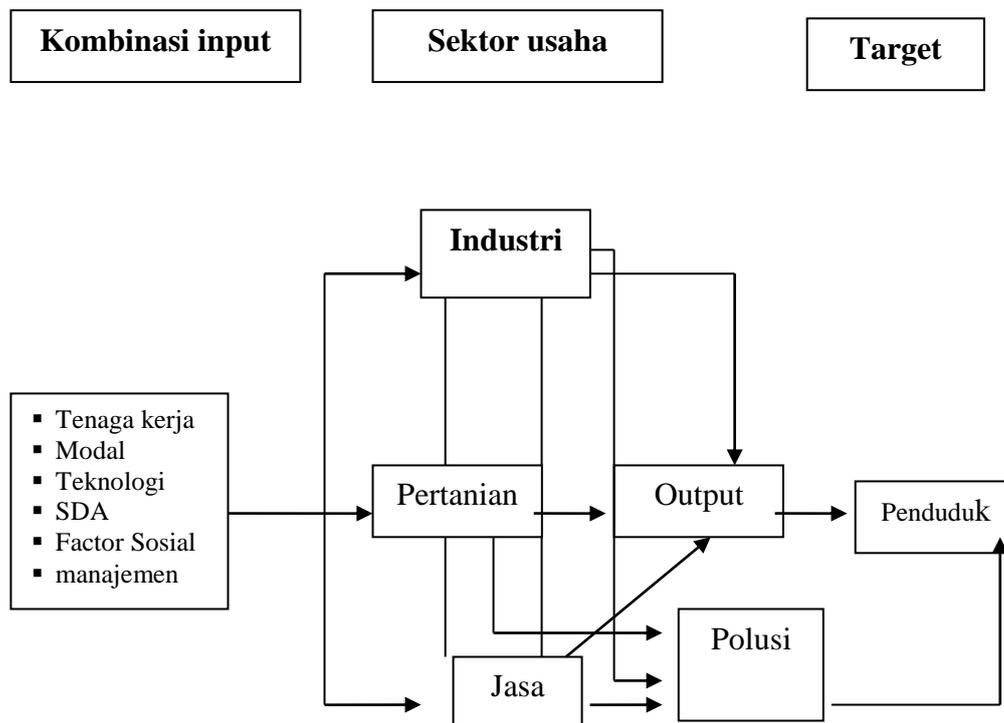
Pengembangan komoditas peternakan di daerah Bali mengacu pada arah kebijakan pembangunan peternakan secara nasional, yaitu difokuskan pada pengembangan sistem ketahanan pangan dan pengembangan sistem agribisnis. Menurut Afsah (1999), agribisnis adalah kegiatan usaha di bidang pertanian yang berwatak bisnis, pelakunya secara konsisten berupaya untuk meraih nilai tambah komersial dan financial yang berkesinambungan untuk menghasilkan produk yang dibutuhkan pasar.

Konsep “sistem dan usaha agribisnis” mengedepankan subsistem agribisnis hulu (perusahaan pengadaan dan penyaluran sarana produksi), subsistem agribisnis tengah (perusahaan usaha tani), subsistem agribisnis hilir (perusahaan pengolahan hasil atau agroindustri dan pemasaran hasil), serta subsistem jasa penunjang (lembaga keuangan, transportasi, penyuluhan dan pelayanan informasi agribisnis, penelitian kaji terap, kebijakan pemerintah, dan asuransi agribisnis). Masing-masing merupakan “perusahaan agribisnis” yang harus dapat bekerja secara efisien, dan selanjutnya harus melakukan koordinasi (kebersamaan dan saling ketergantungan) dalam suatu system untuk lebih meningkatkan efisiensi usaha (Anon., 2001). Subsistem jasa penunjang berkewajiban memfasilitasi berjalannya system agribisnis tersebut. Pada Gambar 1 tersaji konsep system dan usaha agribisnis.

Berdasarkan Gambar 1 tersebut, dapat dirumuskan konsep sistem agribisnis, yaitu keseluruhan aktivitas bisnis di bidang pertanian yang saling terkait dan saling tergantung satu sama lainnya, mulai dari : (i) subsistem pengadaan dan penyaluran sarana produksi, (ii) subsistem usaha tani, (iii) subsistem pengolahan dan penyimpanan hasil (agroindustri), (iv) subsistem pemasaran, dan (v) subsistem jasa

penunjang (lembaga keuangan, transportasi, penyuluhan, dan pelayanan informasi agribisnis, penelitian, kebijakan pemerintah, dan asuransi agribisnis. Sistem tersebut harus mampu mengatur dirinya sendiri dan mampu menyesuaikan dirinya dengan kondisi lingkungan maupun kondisi internal system secara otomatis (Amirin, 1996).

Kegiatan pembangunan mengupayakan peningkatan keluaran (output), dan peningkatan keluaran itu tergantung pada jumlah dan jenis masukan (input) atau factor produksi yang disediakan oleh alam, yaitu barang dan jasa yang dapat dikelompokkan kedalam tenaga kerja, modal, tanah, teknologi, sumberdaya alam, dan factor social seperti pemerintah, adapt istiadat, dan agama (Suparta, 2005). Keterkaitan antara sumberdaya alam dan lingkungan dengan aktivitas sektor ekonomi dan jumlah penduduk, tersaji pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Keterkaitan antara SDA dan Lingkungan dengan Sektor Ekonomi dan Jumlah penduduk

Penggunaan sumber daya alam yang berlebihan dalam mengejar pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan keluaran akan mengurangi persediaan sumber daya alam. Semakin cepat pertumbuhan ekonomi, maka semakin banyak sumber daya yang diperlukan dalam proses produksi yang pada akhirnya akan mengurangi persediaan sumber daya alam, serta dapat menimbulkan dampak pencemaran lingkungan yang dapat membahayakan manusia.

Komoditas ternak yang umumnya memiliki nilai agribisnis tinggi di bidang peternakan adalah ternak ayam ras (pedaging dan petelur). Ternak ayam ras sudah dikategorikan sebagai industri peternakan, karena dapat dikelola secara efisien, menggunakan teknologi maju, kuantitas dan kualitas produksinya dapat dikendalikan secara berkelanjutan untuk memenuhi permintaan pasar, dan skala usahanya bisa besar (Deptan, 1995).

Pada kenyataannya, ternyata sebagian besar skala usaha ternak tersebut masih relatif kecil dan umumnya dikelola oleh rakyat sehingga dikatakan sebagai usaha peternakan rakyat atau usaha kecil. Usaha peternakan yang dikelola secara industri melalui pola kemitraan dan dilakukan bersama rakyat disebut “industri peternakan rakyat”.

Komoditas ternak sapi dapat dikategorikan sebagai industri apabila dikelola secara modern. Pada kenyataannya di Bali, sebagian besar masih merupakan peternak rakyat. Rataan kepemilikan sapi oleh peternak masih rendah (1-3 ekor/keluarga), sehingga peningkatan skala usaha menjadi 4-6 ekor masih sulit diperoleh yang disebabkan karena keterbatasan modal peternak.

### 2.3 Pakan Sapi Bali

Sebagaimana halnya manusia, ternak pun membutuhkan gizi yang lengkap. Makin banyak ragam bahan baku yang dipakai dalam menyusun ransum makin baik pula kualitas Pakan tersebut. Ternak yang diberikan Pakan mengandung bahan baku nabati dan hewani umumnya, akan mempunyai performan yang jauh lebih baik dari ternak yang hanya menerima pakan berbahan baku nabati saja. Hal ini dapat dijelaskan dengan adanya saling melengkapi kekurangan gizi satu bahan dengan bahan lainnya. Pemberian campuran pakan hijauan makanan ternak antara rumput dan leguminosa (lamtoro dan Gamal) dapat memberikan performans sapi yang lebih baik bila dibandingkan dengan rumput saja (Gambar 2.3)



Gambar 2.3. Performans sapi bali optimal bila diberi pakan yang berkualitas

Selain hijauan makanan ternak yang berkualitas, maka untuk mengefisienkan produksi ternak, konsentrat biasanya diperlukan sebagai bahan tambahan pada hijauan. Hal ini disebabkan karena ternak yang diberi hijauan saja tidak dapat memenuhi kebutuhannya untuk produksi yang tinggi mengingat hijauan mempunyai pencernaan dan net energi yang rendah.

Ada sembilan faktor penting disamping komposisi kimia, yang dapat dipakai untuk mengevaluasi pakan konsentrat pada ternak sapi adalah:

1. palatabilitas,
2. sifat pencahar,
3. zat anti nutrisi,
4. *bulk density*,
5. daya simpan,
6. tekstur, bau, rasa dan warna,
7. kontaminasi,
8. kualitas produk (daging atau susu) yang dihasilkan, dan
9. harga.

Selain karena alasan kualitas dan harga, juga karena alasan ketersediaan dan keamanan ternak dan manusia. Tepung daging misalnya dapat dipakai sebagai pengganti tepung ikan, tetapi karena adanya kasus "*mad cow*", maka untuk alasan keselamatan ternak dan manusia seharusnya tepung daging dan tulang saat ini dibatasi bahkan tidak dipergunakan sama sekali dalam industri pakan. Sedangkan pemakaian tepung bulu sebagai pengganti tepung ikan tidak sepenuhnya dapat dilakukan karena rendahnya pencernaan protein bahan tersebut disamping karena alasan ketersediaan.

Beberapa bahan pakan lokal Indonesia yang dapat menjadi andalan untuk ternak unggas jika dikelola dengan baik antara lain jagung, dedak, dan gaplek sebagai sumber energi serta kedelai, bungkil inti sawit, bungkil kelapa, daun lamtoro/singkong dan tepung ikan sebagai sumber protein. Berdasarkan pakan lokal yang tersedia maka ke depan seharusnya susunan pakan ternak di Indonesia berbasis

pada: (1) jagung dan kedelai; (2) singkong dan kedelai; (3) jagung dan bungkil inti sawit atau (4) singkong dan bungkil inti sawit (BIS)

Sentuhan teknologi yang diberikan dapat berupa ekstraksi dan fortifikasi protein untuk bahan pakan sumber protein agar dapat mengimbangi kualitas protein bungkil kedelai dan fortifikasi singkong dengan daunnya atau bahan lain untuk dapat menandingi kualitas nutrient jagung. Selain itu dalam upaya menjamin ketersediaan bahan pakan tersebut dan sekaligus untuk membuat peternak khususnya peternak skala kecil mandiri maka penerapan teknologi fermentasi menjadi pilihan yang perlu diprioritaskan.

Dalam kasus potensi bahan baku pakan lokal di Kawasan Timur Indonesia, sumber utama bahan baku tersebut diantaranya adalah hasil samping pertanian, perkebunan, tanaman pangan, tanaman buah-buahan bahkan ikan dari tempat pelelangan ikan (TPI). Dalam upaya menyediakan bahan baku pakan berkualitas dan berkelanjutan, maka penerapan teknologi fermentasi merupakan pilihan yang tepat.

#### **2.4 Strategi Penyediaan Pakan berbasis Pakan Lokal**

Selama ini ada beberapa hal yang berkaitan dengan ketidakberdayaan negara kita dalam menyediakan bahan baku pakan lokal yang kalau kita analisis secara seksama dan benar tidak dapat diterima oleh akal sehat. Beberapa hal yang melatarbelakangi ketidakberdayaan dalam penyediaan pakan :

- tidak mampunya kita memenuhi kebutuhan jagung dan kedele padahal kita mempunyai luas dan kesuburan lahan yang kalau dimanfaatkan secara optimal akan dapat mencukupi kebutuhan tersebut bahkan dimungkinkan

dapat berlebih. Ditambah lagi dengan makin banyaknya ahli pertanian dengan bidang keahlian yang beragam.

- belum adanya pengusaha yang melirik bisnis produksi minyak kedele dan masih sangat langkanya pengusaha yang menghasilkan minyak jagung atau pati jagung, padahal usaha ini sangat menguntungkan karena hampir samanya harga bahan baku (kedele, jagung) dan hasil sampingannya (bungkil kedele). Dengan demikian produk utama yang dihasilkan (minyak kedele, minyak jagung) merupakan keuntungan yang sudah tampak jelas.
- ketidakmampuan kita dalam memproduksi tepung ikan, padahal kita mempunyai laut yang sangat luas dengan beragam jenis ikan di dalamnya. Negara Thailand yang mempunyai luasan laut dengan sumberdaya manusia yang lebih sedikit dari Indonesia dapat mengekspor produk tepung ikannya.

Beberapa strategi untuk meningkatkan produksi dan kualitas pakan khususnya pakan unggas di Indonesia diantaranya adalah:

1. Kerjasama Lintas Sektoral. Keterpaduan antar sektor akan mendukung orientasi pencapaian ketahanan pakan. Potensi dan sumber bahan baku pakan lokal terdapat menyebar pada beragam sektor, perikanan, perkebunan, kehutanan dan sektor pertanian tanaman pangan/hortikultura. Peningkatan produksi bahan baku pakan lokal akan terbangun apabila kerjasama dan orientasi setiap sektor telah terjalin dengan baik.
2. Terbentuknya kerjasama yang baik antara pengusaha besar (inti) dan peternakan rakyat (plasma). Kerjasama ini tentunya selain harus jelas dan menguntungkan kedua belah pihak, harus juga ada dukungan dari pemerintah baik berupa kebijakan-kebijakan maupun berupa pembangunan infrastruktur.

Tanaman jagung contohnya, adalah bahan baku pakan terbesar yang dipakai dalam Pakan unggas. Sebuah industri pakan skala besar akan membutuhkan jagung sebesar 150-200 ton per hari, sehingga untuk memenuhinya tidak bisa dilakukan hanya oleh petani saja tetapi harus ada kemauan dari sernua pihak terkait terinasuk pemerirrtah daerah dan pusat untuk mengembangkan jagung.

3. Komitmen yang kuat dari pemerintah (*political will*). Komitmen ini tidak hanya dituangkan dalam bentuk pernyataan dan kebijakan saja, tetapi harus diikuti dengan aksi yang konkrit. Saat ini seperti yang dikembangkan oleh pemerintahan provinsi (pemprov) Gorontalo yang telah mempunyai konsep - dan komitmen untuk menjalankan “*entrepreuneur government*” program budidaya tanaman jagung sebagai komoditi andalan. Selain Pemprov-nya menyediakan infrastruktur untuk pengembangan tanaman jagung, pihak kepala daerahnya pun turut langsung mengelola pengembangan jagung di wilayahnya, bahkan waktu dilakukan pengaturan musim tanam diatur oleh pemprov. Jika sebagian besar kepala daerah yang wilayahnya berpotensi untuk pengembangan komoditi pertanian mempunyai konsep dan komitmen dengan pengelolaan sumber daya alam yang sama dengan konsep tersebut maka kemungkinan besar impor komoditi pertanian (jagung, kedele, beras dsb) tidak akan terjadi lagi dan bahkan sebaliknya kita dapat mengekspomya.
4. Penyediaan bantuan dana dan peralatan. Dalam upaya percepatan produksi dan peningkatan kualitas dibutuhkan tidak hanya dana tetapi juga peralatan dengan teknologi tepat guna baik untuk pengolahan tanah, pemanenan dan pasca panen. Makin lengkap alat yang dipakai, makin cepat waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi.

5. Pembangunan infrastruktur, termasuk di dalamnya pembukaan lahan baru di luar Jawa. Saat ini infrastruktur pendukung komoditas pertanian di Indonesia dirasakan masih sangat kurang. Sebagai contoh dan dirasakan masih sangat kurang adalah infrastruktur untuk pengangkutan produk pertanian. Untuk mengangkut komoditas pertanian antar pulau membutuhkan biaya yang hampir sama, dengan biaya pengangkutan barang asal impor, bahkan untuk beberapa komoditi biaya pengangkutannya lebih murah. Jika beberapa pemda di Sumatera dan Sulawesi sudah dapat memproduksi jagung sesuai dengan kebutuhan industri pakan yang ada di Jawa maka diperlukan truk dan kapal khusus untuk pengangkutan jagung tersebut, disamping kemudahan kemudahan lainnya. Jika tidak disediakan khusus kemungkinan kualitas produknya akan bermasalah karena lamanya waktu pengangkutan. Selain masalah pengangkutan, peralatan ramalan cuaca perlu ada di setiap wilayah agar tingkat kepercayaan ramalannya dapat dipertanggung jawabkan sehingga akan sangat berguna bagi petani baik untuk menanam maupun untuk memanen.
6. Jaminan dan Stabilisasi harga dari pemerintah. Selama ini ketidaklanggengan kerjasama antara petani dan pengusaha industri pakan salah satunya disebabkan oleh tidak adanya jaminan harga. Sehingga ke dua belah pihak merasa dirugikan. Pada saat harga jagung impor murah, banyak industri pakan yang tidak membeli jagung mitra usahanya (petani) sehingga petani merasa dirugikan. Begitu juga petani pada saat harga jual di luar industri pakan lebih mahal maka petani akan menjualnya ke luar sehingga pihak industri pakan dirugikan. Agar kedua hal ini tidak terjadi maka perlu ada jaminan harga dari pemerintah.

7. Pembentukan kelembagaan yang bertanggung jawab dalam melaksanakan program ketahanan pakan. Fokus pencapaian tujuan ketahanan pakan akan lebih terkonsentrasi apabila dikelola dan dikontrol oleh suatu lembaga khusus. Hal ini penting dan menjadi kebutuhan mendesak, karena dalam pencapaian ketahanan pakan kompleksitas kelembagaan yang tidak fokus dapat mengakibatkan terbengkalainya tujuan ketahanan pakan.
8. Informasi Pakan dan Dukungan Inovasi teknologi. Sistem informasi yang baik akan turut mendukung ketahanan pakan. Sistem informasi tidak saja berperan pada penguatan dan penyediaan informasi sumber bahan baku pakan lokal, harga dan diversifikasinya, juga dapat berperan dalam diseminasi teknologi yang dikembangkan oleh lembaga-lembaga penelitian kepada masyarakat luas. Oleh karena itu, hasil-hasil penelitian dapat lebih dimanfaatkan dan kegiatan penelitian pun akan lebih berkembang.

## **2.5 Strategi Pemakaian Bahan Baku Pakan Lokal**

Setiap pelaku bisnis dalam menjalankan usahanya selalu ingin mendapatkan keuntungan yang maksimal. Keuntungan tersebut akan didapat apabila input dan proses produksi dapat ditekan semaksimal mungkin. Dalam industri pakan, untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal bergantung pada harga pembelian bahan baku. Selain pertimbangan harga, industri pakan juga harus, memikirkan kualitas dan kontinuitas ketersediaan bahan tersebut. Industri pakan kemungkinan tidak akan memakai bahan pakan yang ketersediaannya tidak terjamin, walaupun bahan tersebut murah dan mempunyai kualitas baik. Untuk itu dalam, upaya mengoptimalkan pemakaian pakan-lokal unggas perlu penerapan beberapa strategi berikut:

1. Adanya jaminan kualitas. Bila dibandingkan dengan pakan impor, pakan lokal mempunyai kualitas nutrisi yang lebih rendah. Selain itu variasi kualitas nutrisi pada pakan lokal sangat besar. Lebih jauh pakan - lokal mengandung mikroorganisma yang lebih tinggi yang dapat mempengaruhi daya simpan pakan tersebut. Hal ini dapat dipahami mengingat belum standarnya pengelolaan pertanian yang dipakai. Oleh karena itu, untuk menjamin kualitas, pakan lokal perlu dibuat standard pengelolaannya dengan didukung oleh fasilitas peralatan yang baik. Selain standar pengelolaan, sertifikasi terhadap produk yang dihasilkan juga perlu dilakukan. Sertifikasi ini dibuat dalam rangka untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan, mencegah pemalsuan dan untuk memudahkan dalam penentuan harga jual. Bahan pakan yang sudah terjamin kualitasnya dapat dipakai dalam jumlah yang optimal dalam Pakan unggas.
2. Adanya jaminan ketersediaan bahan pakan yang kontinu. Selama ini petani dalam memproduksi hasil pertaniannya diberi kebebasan penuh dalam memilih komoditi yang akan ditanamnya, sehingga produk yang dihasilkannya pun tidak sama dari tahun ke tahun. Umumnya jenis produk yang dipilih petani untuk ditanam adalah yang mempunyai nilai jual yang baik pada saat dipanen. Mengingat komoditas jagung dan kedele untuk pakan bukan termasuk kategori produk yang menguntungkan petani, maka kerjasama yang saling menguntungkan antara, petani dan pihak industri pakan mutlak diperlukan. Kerjasama ini diharapkan agar petani dapat secara serentak dan terjadwal menanam tanaman kontinuitas ketersediaan bahan tersebut akan terjamin, Keadaan diatas tidak akan terealisasi dengan baik

tanpa adanya dukungan infrastruktur yang baik. Untuk itu pemerintah dan pelaku bisnis pakan seyogyanya memfasilitasi pengembangan infrastuktur yang diperlukan. Bahkan pakan yang telah terjamin ketersediaannya dapat dipakai dalam jumlah optimal dalam Pakan.

3. Adanya jaminan harga. Pengusaha pakan tidak akan tenang dalam usahanya jika harga suatu bahan baku pakan yang digunakannya berubah secara drastis. Pihak pengguna pakan tentunya akan mempertimbangkan kembali pemakaian bahan tersebut dan jika dipakai pun kemungkinan dalam persentase yang sangat sedikit karena akan berisiko terhadap berubahnya harga Pakan. Sehingga jaminan harga bahan akan menentukan persentase pemakaiannya dalam ransurn.

Kebutuhan industri pakan akan jagung, bungkil kedele dan tepung ikan sampai saat ini masih dipenuhi dari impor. Dengan melihat pada sumber daya alam dan manusia, negara kita sebetulnya mampu memproduksi bahan baku pakan tersebut secara kontinu dengan kualitas dan harga yang terjamin. Hanya saja untuk mencapai tujuan tersebut, semua pihak yang terlibat perlu punya persepsi dan komitmen yang jelas yang diikuti dengan aksi yang terencana.

## **2.6 Peranan Konsentrat pada Ternak Sapi**

Penggunaan konsentrat memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan produksi asam propionat pada biokonversi pakan dalam rumen. Secara alami, dengan peningkatan produksi asam propionat tersebut ternyata dapat menurunkan produksi energi yang terbuang dalam bentuk gas metan (Orskov dan Ryle, 1990). Lebih lanjut dijelaskan bahwa dengan semakin tingginya asam

propionat, maka prekursor pembentuk glikogen semakin banyak, sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan ternak.

Konsentrat adalah pakan yang tinggi kandungan bahan ekstrak tiada nitrogen (BETN) dan rendah kandungan serat kasar (SK), lebih rendah dari 18%. Kandungan protein pakan ini dapat tinggi maupun rendah, sehingga konsentrat secara umum dapat dibagi menjadi dua yaitu: (1) konsentrat sumber energi, (2) konsentrat sumber energi dan protein.

Karena konsentrat relatif mengandung serat kasar yang rendah, maka hampir semua konsentrat mempunyai kecernaan yang tinggi. Butiran mengandung sejumlah besar pati yang dengan mudah dapat dicerna dan diserap dalam rumen dan usus halus ternak ruminansia. Sebaliknya protein dari butiran kebanyakan defisien akan asam amino lisin.

Suplementasi konsentrat pada tingkat 30% pada pakan dasar rumput/jerami padi atau hijauan makanan ternak yang lainnya sudah dapat meningkatkan tambahan bobot badan harian sapi Bali jantan antara 76,8-297,9 g/hari dibandingkan dengan tanpa suplementasi (Nitis dan Lana, 1983). Dengan suplementasi konsentrat tersebut kecernaan bahan kering, bahan organik, dan energi lebih tinggi daripada tanpa suplementasi. Peningkatan suplementasi konsentrat sampai 80% maka tambahan bobot badan ternak juga semakin meningkat, namun efisiensi penggunaan ransum mulai menurun pada tingkat 80% konsentrat dan efisiensi yang optimal pada tingkat suplementasi 50-60% konsentrat.

Serat kasar yang terdapat pada ransum ruminansia, oleh mikroba rumen diubah menjadi monosakarida, kemudian difermentasi menjadi asam lemak terbang (VFA) terutama asetat, butirir, dan propionat serta gas CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> (Sutardi, 1980).

Serat kasar digolongkan menjadi: (1) Karbohidrat struktural dinding sel tanaman yang mengandung lignin, selulosa, dan kitin, sifatnya sangat sukar di fermentasi; (2) Karbohidrat nonstruktural yang mengandung glukosa, fruktosa, sukrosa, maltosa, selubiosa, laktosa, amilasa/amilopektin yang mana di dalam rumen berperan sebagai energi yang mudah difermentasi.

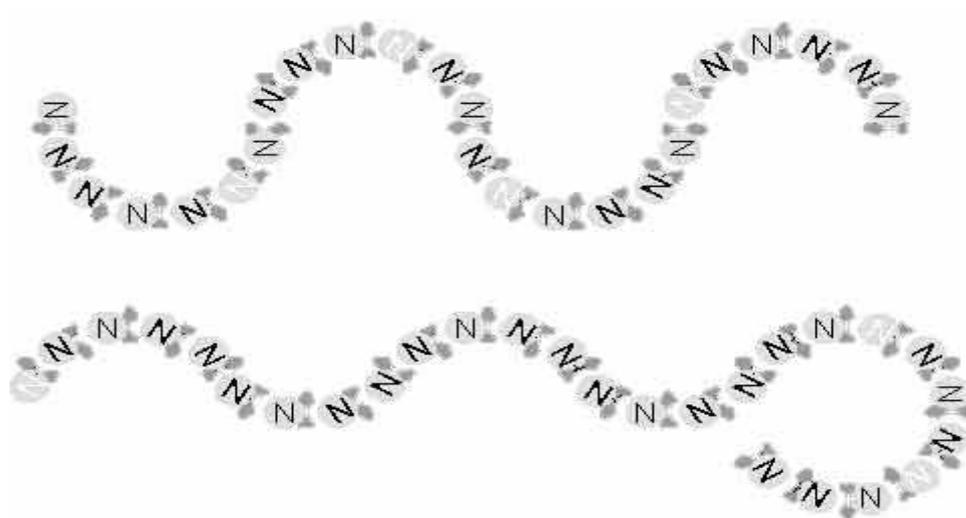
Karbohidrat di dalam rumen di rombak menjadi gula sederhana (selubiosa, maltosa, silosa, atau pentosa) yang kemudian dikonversi oleh mikroba rumen menjadi glukosa atau *glukosa-1-fosfat*, selanjutnya melalui proses glikolisis akan terbentuk asam piruvat. Hasil fermentasi tersebut kemudian masuk ke dalam darah melalui vena porta dan selanjutnya ke hati.

Pemberian pakan yang mengandung serat kasar secara bersamaan dengan konsentrat akan dapat saling menutupi kekurangan masing-masing bahan. Parakkasi (1998) menyatakan bahwa pemberian konsentrat terlebih dahulu sebelum pemberian hijauan (serat) memberikan kecenderungan mikroba rumen dapat memanfaatkan konsentrat terlebih dahulu sebagai sumber energi sehingga mikroba rumen dapat berkembang biak. Dengan meningkatnya populasi mikroba rumen maka aktivitasnya juga meningkat dan selanjutnya pemanfaatan pakan hijauan (serat) juga meningkat. Peningkatan pencernaan pakan akan menyebabkan laju alir pakan meningkat, akibatnya saluran pencernaan cepat kosong dan ada kemungkinan memasukan pakan baru yang berarti konsumsi meningkat.

## **2.7 Perana Protein pada Ternak Sapi**

Secara umum, ada tiga jenis komponen organik yang utama dalam setiap formulasi pakan ternak ruminansia. Ketiga komponen tersebut adalah karbohidrat

(misal: *celulosa* dan zat tepung), *lipid* (lemak dan minyak), serta protein. Protein dapat kita bagi menjadi dua kelas utama, yaitu Protein Kasar (*Crude Protein*) dan Protein Sejati (*True Protein*). Protein Sejati tersusun atas asam amino (*Amino Acids*) berantai panjang dan setiap Protein-nya menjadi berbeda karena tersusun atas 20 Asam Amino yang urutan-nya unik (Gambar 2.4).



Gambar 2.4. Diagram skematik dari Protein Sejati

Setiap protein memiliki karakteristik yang unik karena bentuk dan urutan asam amino-nya. Kebanyakan protein terdiri dari beberapa ratus sampai sekian ribu rantai asam amino (Dairy Research & Technology Centre, University of Alabama).

Di dalam laboratorium pakan, protein dipisahkan dari karbohidrat dan lipid karena kandungan nitrogen (N) pada protein tersebut – secara umum, protein pakan biasanya mengandung 16% N. Pemisahan ini memungkinkan peneliti untuk mengestimasi kandungan protein dari sebuah bahan pakan dengan cara melakukan pengukuran terhadap kandungan N-nya untuk kemudian dikalikan dengan bilangan 6.25 (perbandingan terbalik dari 16%). Meskipun demikian, tidak semua N di dalam bahan pakan adalah protein, N yang bukan protein disebut Non-protein Nitrogen

(NPN). NPN dapat kita temukan dalam komponen pakan seperti urea, garam ammonium dan asam amino tunggal. Oleh sebab itu, nilai yang didapat dari hasil perkalian total N dengan 6.25 biasa disebut Protein Kasar (*Crude Protein*; CP)

Sekian persen dari protein kasar yang terdapat di dalam bahan pakan yang di konsumsi oleh sapi (disebut juga Intake Protein) di uraikan oleh mikroba di dalam rumen sapi. Pada sistem NRC (National Research Centre - badan di Amerika yang mengeluarkan standar dan tabel kebutuhan nutrisi ternak) hal ini di beri nama *Degradable Intake Protein* (DIP).

Pada True Protein yang berbeda, kecepatan penguraian-nya tidak sama. Beberapa jenis dapat diuraikan secara penuh hanya dalam waktu 30 menit setelah mencapai rumen, sedangkan jenis lainnya dapat memakan waktu beberapa hari sebelum dapat di uraikan. Bandingkan dengan komponen NPN pada Protein Kasar yang dapat diuraikan dengan seketika ketika memasuki rumen.

Karena protein pada bahan pakan yang dapat terurai dengan cepat kebanyakan memiliki sifat mampu larut (*soluble*), pengukuran protein terlarut (*soluble protein*) pada skala laboratorium dapat dianggap menunjukkan proporsi dari protein kasar yang terurai, yang mana protein tersebut adalah zat yang paling cepat diuraikan di dalam rumen. Meskipun begitu, sangat penting untuk selalu di ingat bahwa beberapa sumber protein terlarut (mis: tepung darah) relatif terurai lebih lambat.

Hasil keluaran dari penguraian DIP (sebagian besar adalah ammonia dan asam amino) digunakan untuk pembuatan sel mikroba untuk menggantikan sel sel mikroba lain yang tersapu bersama bahan pakan lain dari rumen, dan terutama, menuju usus kecil (*small intestine*).

Pada saat protein sedang diuraikan di dalam rumen, sisa bahan pakan (*feed residue*) juga mengalir keluar dari rumen menuju omasum, abomasum untuk selanjutnya tiba di usus kecil. Oleh sebab itu, manakala kecepatan penguraian protein (di dalam rumen) kalah cepat dengan aliran keluar sisa bahan pakan, bahan protein tersebut lolos dari penguraian mikroba rumen.

## **2.8 Manfaat Suplementasi Mineral Ternak Sapi**

Rendahnya kualitas jerami padi berakibat tidak optimalnya jerami padi sebagai pemasok nutrien bagi ternak sapi. Oleh karena itu, pemanfaatan jerami padi sebagai pakan sapi harus dilengkapi dengan bahan pakan sumber energi, protein, mineral, dan vitamin (Parakkasi, 1998).

Fungsi umum mineral dalam tubuh ternak antara lain:

1. Pembangun kerangka tubuh dan gigi seperti Ca dan P;
2. Komponen dari ikatan-ikatan organik (protein dan lipida) seperti dalam urat daging, darah, dan jaringan lemak;
3. Menjadi komponen atau pengaktif beberapa enzim (katalisator reaksi-reaksi dalam sistem biologis);
4. Sebagai garam-garam yang larut dalam darah atau cairan tubuh lainnya dalam rangka mengatur tekanan osmosa dan keseimbangan asam basa yang penting untuk merespon urat saraf atau urat daging. Demikian pula dalam saliva terkandung mineral seperti Na, K, Cl, P, S, dan Mg sering pula dinamakan elektrolit tubuh.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kebutuhan mineral pada ternak ruminansia antara lain : (1) Bangsa sapi, (2) Proses adaptasi, (3) Tingkat konsumsi,

(4) Umur, dan (5) Interaksinya dengan mineral atau zat-zat makanan lainnya. Defisiensi atau ketidakseimbangan mineral pada ternak ruminansia telah dilaporkan di hampir seluruh penjuru daerah tropis. Mineral yang umum diketahui atau dicurigai defisiensi di Indonesia adalah mineral P, Co, Se, Zn, dan Si, sedangkan yang dicurigai berlebihan yang dapat menimbulkan keracunan adalah Mn (McDowell *et al.*, 1983).

Murtijo (1993) melaporkan pada daerah beriklim tropis, ternak sapi yang hanya di berikan rumput lapangan dan konsentrat saja, sering mengalami defisiensi mineral. Defisiensi salah satu mineral menyebabkan komposisi ransum kurang seimbang, sehingga mengurangi palatabilitas ransum yang pada akhirnya akan berpengaruh negatif terhadap konsumsi ransum (Parakkasi, 1998). Menurut Arora (1995) mineral sulfur dan seng sangat penting untuk meningkatkan aktivitas mikroba rumen. Defisiensi mineral sulfur dapat menurunkan pencernaan bahan kering ransum, baik secara *in vivo* maupun *in vitro*. Suplementasi mineral sulfur dalam bentuk ammonium sulfat dapat meningkatkan pencernaan serat ransum, meningkatkan populasi mikroba rumen, dan meningkatkan pertambahan berat badan sapi sampai 15% lebih tinggi daripada tanpa suplementasi (Erwanto, 1995).

Suplementasi mineral Zn dalam ransum dapat mengaktifkan beberapa enzim, diantaranya *karboksi peptisidase*, dan *thymidine kinase*, serta bertanggungjawab dalam sintesis asam nukleat (RNA dan DNA) melalui pengaktifan enzim *RNA polimerase* dan *DNA polimerase*, sintesis protein, dan metabolisme karbohidrat (McDonald *et al.*, 1995). Suplementasi 50 mg Zn acetat/kg ransum ternyata dapat meningkatkan aktivitas mikroba rumen, sintesis mikroba rumen, sintesis protein mikroba, pencernaan bahan kering pakan, dan pertambahan berat badan (Putra, 1999).

Defisiensi mineral Zn menyebabkan pertumbuhan terhambat (Tilman *et al.*, 1998).

Amonium sulfat merupakan sumber mineral sulfur yang berfungsi meningkatkan sintesis asam amino bersulfur dan ketersediaannya pada pakan sangat terbatas, akan tetapi peranannya sangat penting untuk memacu pertumbuhan sapi.

Menurut Arora (1995) bahwa mineral sulfur (S) dan seng (Zn) sangat penting untuk meningkatkan aktivitas mikroba rumen. Defisiensi mineral sulfur dapat menurunkan pencernaan bahan kering ransum. Suplementasi mineral S berbentuk amonium sulfat dalam ransum dapat meningkatkan pencernaan ransum, populasi mikroba rumen, dan meningkatnya fermentasi dalam rumen sehingga berpengaruh positif terhadap penambahan bobot hidup sapi (Erwanto, 1995).

Mineral Zn juga sangat penting untuk produksi enzim dehidrogenase, peptidase, dan fosfatase yang terlibat dalam proses metabolisme asam nukleat, sintesis protein, dan metabolisme karbohidrat (McDonald *et al.*, 1995). Suplementasi Zn berbentuk Zn asetat dalam ransum dapat meningkatkan aktivitas mikroba rumen, sintesis protein mikroba, pencernaan bahan kering ransum, dan penambahan bobot hidup sapi (Putra, 1999). Defisiensi mineral Zn dapat menurunkan pencernaan bahan kering ransum karena menurunnya aktivitas enzim pencernaan (Zewska *et al.*, 1993). Partama *et al.* (2003) melaporkan bahwa sapi Bali penggemukan yang diberi pakan komplit berbasis jerami padi amoniasi urea dengan suplementasi mineral dan vitamin dapat mencapai penambahan bobot hingga 0,9 kg/hari.

Pada umumnya, setiap mineral mempunyai fungsi lebih dari satu dalam proses metabolisme tubuh dan aktivitasnya tersebut berhubungan dengan mineral-mineral lainnya, vitamin, dan atau hormon. Dengan semakin intensifnya sistem peternakan dalam kandang (Sapi Penggemukan, keraman) maka suplementasi

sumber-sumber mineral dalam ransum perlu diperhatikan, karena ternak tidak dapat mendapatkan sumber mineral secara alamiah.

Cakra (1996) mendapatkan bahwa penambahan 5% natrium bikarbonat atau natrium karbonat ternyata dapat meningkatkan pH cairan rumen, produksi asetat, populasi protozoa, pencernaan bahan kering ransum, pencernaan protein, energi, dan retensi nitrogen dalam tubuh kerbau.

## **2.9 Manfaat Suplementasi Vitamin Pada Pakan Ternak Sapi**

Vitamin A sangat esensial dalam memelihara jaringan epitel di seluruh tubuh bagian luar maupun bagian dalam, agar jaringan tersebut dapat berfungsi dengan normal. Jaringan epitel yang dimaksud terutama dari mata, alat-alat pernafasan, pencernaan, alat reproduksi, saraf, dan sistem kelenjar endokrin/gonad, serta pembuangan urine (Parakkasi, 1998).

Penambahan vitamin D dalam ransum yang kekurangan vitamin D dan Ca dapat merangsang pertumbuhan ternak muda, akan tetapi tidak mempengaruhi proses mineralisasi tulang. Pemupukan dengan nitrogen (urea) dosis tinggi pada hijauan makanan ternak akan menurunkan kadar provitamin D dalam tanaman, karena meningkatnya kadar anti vitamin D (terutama karoten) dalam tanaman tersebut.

Vitamin E sangat vital dalam metabolisme normal urat daging/saraf, kontraksi urat daging, sirkulasi, respirasi, pencernaan, ekskresi, pertumbuhan konversi pakan dan reproduksi. Tanpa vitamin E maka jaringan dan sel-sel akan tidak normal atau terhenti berfungsi atau mati dan secara umum menyebabkan kesehatan/penampilan menurun.

Secara normal vitamin K dapat disintesis dalam saluran pencernaan dengan jumlah yang cukup untuk kebutuhan ruminan bersangkutan. Dalam keadaan tertentu defisiensi vitamin K dapat terjadi bila hewan mengkonsumsi zat antikoagulan, misalnya dekumarol yang biasanya dibentuk oleh berbagai jamur pada tanaman yang dapat mencegah terbentuknya protrombin. Setelah rumen bersama mikrobianya berkembang dengan baik, maka kebutuhan vitamin B ruminan akan disuplai secara cukup oleh sintesis mikrobia ditambah dengan yang terdapat dalam bahan pakan. Walaupun suplementasi vitamin B-komplek tidak dibutuhkan, namun jenis pakan dan kondisi rumen mempengaruhi kadar vitamin B dalam rumen. Pemberian konsentrat dalam program *finish* atau dengan berbagai *processing* bahan pakan sebelum diberikan kepada ternak akan mengubah aktivitas mikroba rumen.

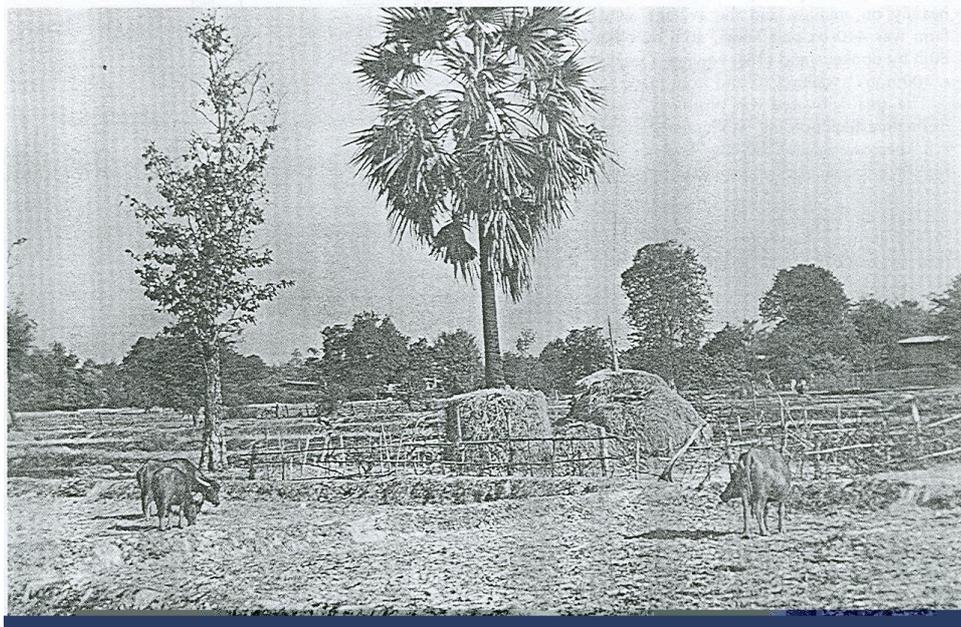
## **2.10 Jerami Padi Sebagai Pakan Sapi**

Jerami padi adalah limbah dari pemanenan tanaman padi yang berupa daun atau batang tanaman padi setelah dipanen atau diambil gabahnya. Pemanfaatan jerami padi sebagai pakan ternak di Indonesia baru berkisar antara 31-39%, sedangkan yang di bakar atau yang dikembalikan ke tanah sebagai pupuk sebesar 36-62%, dan sekitar 7-16% digunakan untuk keperluan industri (Komar, 1984).

### **2.10.1. Potensi Jerami Padi sebagai Pakan**

Jumlah produksi jerami padi di Bali mencapai 4,66 ton bahan kering per hektar (BPS Propinsi Bali, 2000). Jerami padi yang dihasilkan selama ini sebagian besar dibakar dan sebagian kecil dikembalikan kedalam tanah dalam bentuk kompos. Pada musim kemarau di daerah tertentu di Bali, jerami padi dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Menurut Rachim (2003), produksi jerami padi di Bali sangat tinggi,

yaitu berkisar antara 320-400 ribu ton jerami padi per musim panen. Dapat dibayangkan berapa ribu ton ketersediaan jerami padi di Bali khususnya per tahun apabila dalam setahunnya ada tiga kali musim panen. Jerami umumnya di bakar atau disimpan begitu saja di bawah pohon tanpa perlakuan apa pun juga. Padahal, dengan sedikit sentuhan teknologi, jerami yang merupakan pakan serat bermutu rendah akan tinggi nilai gunanya bagi peningkatan produksi ternak. Pada Gambar 2.5, tersaji cara petani peternak menyimpan jerami untuk pakan ternak, yaitu di bawah pohon tanpa sentuhan bioteknologi.



Gambar 2.5. Sistem Penyimpanan Jerami padi tanpa Menerapkan Bioteknologi

Fermentasi pakan serat di dalam rumen merupakan suatu sistem yang kompleks dan dipengaruhi oleh adanya interaksi dinamik antara faktor ternak, pakan, dan populasi mikroba. Faktor pakan di antaranya struktur kimia dan fisik serat. Fraksi serat kasar yang sulit dicerna adalah lignin. Adanya proses delignifikasi baik secara kimia, fisik, dan biologis diharapkan akan meningkatkan laju fermentasi pakan serat di dalam rumen. Untuk mencerna serat, ternak ruminansia sepenuhnya

tergantung pada peranan mikroba rumen. Ternak ruminansia tidak memproduksi enzim yang dapat menghidrolisis selulosa atau hemiselulosa (Bidura, 2005).

Sebagai bahan pakan, jerami padi memiliki beberapa kelemahan, antara lain: kandungan protein kasarnya hanya 3-5% dari bahan kering, kandungan mineral kalsium dan fosfornya masing-masing 0,41% dan 0,29%, padahal pemberian yang aman untuk ternak ruminansia sekitar 1,0% Ca dan 0,75% P dari bahan kering ransum (Sutrisno, 1988). Selain itu, jerami padi memiliki sifat *voluminous* dan memakan tempat (“bulky”), tingkat konsumsi (*voluntary feed intake*) rendah, dan nilai nutrisinya juga rendah, karena kadar lignin dan silikanya tinggi dalam dinding sel sehingga sulit dicerna oleh mikroba rumen, serta kandungan nitrogen dan energi termetabolismenya rendah (Van Soest, 1985).

Jakson (1978) menyatakan bahwa serat kasar pada jerami padi mengandung silika dalam gugus organik sebanyak 12 - 16% dari bahan kering. Silika merupakan kristal yang terdapat dalam dinding sel dan mengisi ruang antar sel. Kristal silika ini tidak larut dalam cairan rumen, sehingga menjadi hambatan bagi mikroba rumen dan enzim yang dihasilkan untuk mencerna jerami padi (Sutrisno, 1988). Lebih lanjut dijelaskan bahwa faktor lain yang menghambat daya cerna jerami padi adalah kandungan lignin yang tinggi yang tidak dapat dihancurkan oleh mikroba rumen.

Adanya kristalisasi dari selulosa dan hemiselulosa dapat menghambat kerja enzim yang mencerna dinding sel jerami padi. Kecernaan yang rendah ini merupakan akibat struktur jaringan penyangga tanaman yang sudah tua, sehingga sudah mengalami proses lignifikasi yang sudah lanjut dan akibatnya lignoselulosa dan lignohemiselulosa sulit untuk dicerna (Djajanegara, 1983).

Dari segi kuantitas, jerami padi yang dapat dimakan kurang dari 2% bobot badan. Hal ini disebabkan oleh laju pergerakannya di dalam saluran pencernaan sangat lambat (Sutardi, 1980). Kecepatan degradasi sangat berpengaruh terhadap mekanisme konsumsi dan jumlah konsumsi. Bila laju degradasi cepat, maka jumlah konsumsi menjadi meningkat dan sebaliknya bila laju degradasi lambat maka konsumsi akan sedikit (Komar, 1984).

Untuk membantu kegiatan mikroba rumen dalam mencerna jerami padi atau untuk meningkatkan nilai gizinya berbagai usaha dapat dilakukan, diantaranya : (1) Perlakuan secara fisik; dipotong-potong, digiling, perendaman, perebusan, dibuat pellet, dan gama-radiasi; (2) Perlakuan secara kimia ; menggunakan bahan kimia antarlain NaOH,  $\text{Ca(OH)}_2$ , ammonium hidroksida, atau anhidrat ammonia, urea, sodium karbonat, sodium klorida, gas klor, sulfur dioksida, dan sebagainya; (3) Perlakuan secara kimia-fisik; melakukan gabungan kedua cara diatas seperti pemotongan dengan NaOH, pellet dengan NaOH, dan sebagainya; (4) Perlakuan biologi; dilakukan dengan penambahan (suplementasi) enzim, jamur, mierasal, dan vitamin, bakteri, ragi, dan sebagainya (Akmal, 1994).

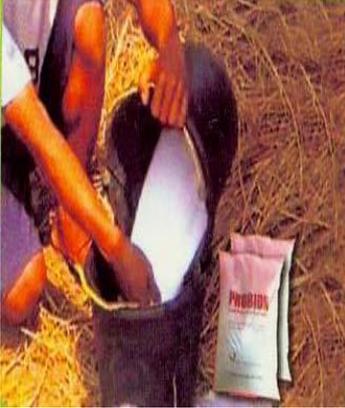
### **3.10.2. Pengolahan Jerami**

Pemanfaatan jerami padi yang difermentasi akan dapat memberikan beberapa keuntungan antara lain: (1) mengurangi biaya pakan, khususnya dalam penyediaan hijauan sebagai pakan utama ternak ruminansia, (2) meningkatkan daya dukung lahan pertanian, karena beternak ruminansia tidak harus menyediakan lahan sebagai tempat tanaman hijauan makanan ternak; dan (3) dapat memberikan nilai tambah bagi petani padi, apabila suatu saat nanti petani telah melihat peluang tersebut, yang

artinya jerami bukan lagi sebagai limbah yang mengganggu proses produksi, melainkan sebagai produk yang menguntungkan.

Inokulan yang bagus digunakan dalam proses fermentasi jerami padi adalah *Trichoderma sp.* Aktivasi dan reproduksi *Trichoderma sp* dapat dilakukan dengan menggunakan air biasa yang bersih atau sudah dimasak dengan perbandingan (v/v) 1 bagian *Trichoderma sp* dan 200 bagian air. Selanjutnya, ditambahkan 10% gula, 10% urea, dan 10% NPK, diaduk merata kemudian diinkubasi selama 24 – 48 jam.

Pada tahap pertama, jerami padi yang baru dipanen dari sawah langsung dikumpulkan pada tempat yang telah disediakan, dan diharapkan masih mempunyai kandungan air sekitar 60%. Bahan yang digunakan dalam proses fermentasi adalah urea dan inokulum (*T. verideae*). Jerami padi yang segar yang akan dibuat menjadi jerami padi fermentasi ditimbun dengan ketebalan kurang lebih 20 cm, selanjutnya di taburi dengan urea dan larutan inokulum (Gambar 2.6).

		
Jerami padi segar 1 ton	Ditambah 2,5 kg Inokulan+ 2,5 kg Urea kemudian diinkubasi selama 3 minggu	Dikeringkan dan siap diberikan pada sapi

Gambar 2.6. Alur Proses Pembuatan silase jerami padi dengan menggunakan inokulan dan urea.

Penaburan urea ke dalam tumpukan jerami harus dilakukan secara merata di setiap lapisan. Hal tersebut harus dilakukan agar proses amoniasi jerami padi berjalan dengan baik. Dosis urea yang ditaburkan ke dalam jerami jumlahnya sekitar 4-6% dari berat jerami. Dengan kata lain, setiap 100 kg jerami padi yang akan diamoniasi membutuhkan urea sebanyak 4 - 6 kg. Jika dosis urea yang ditaburkan ke dalam jerami terlalu banyak, maka urea tersebut tidak akan memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai nutrisi pada jerami.

Jerami yang telah ditaburi urea selanjutnya dibungkus dengan rapat. Bahan pembungkus yang digunakan biasanya berupa kantong plastik dengan ketebalan yang cukup memadai. Pembungkusan ini sangat penting dilakukan agar tercipta kondisi hampa udara (anaerob).

Pada prinsipnya, metode perlakuan kimia amoniasi adalah sebagai berikut :

1. tingkat urea yang umum dipakai adalah 6 kg/100 kg bahan kering jerami atau berasal dari sekitar 400 kg jerami segar yang kemudian dikeringkan,
2. urea dicampur dengan 100 liter air sebelum disemprotkan pada jerami, dan
3. didiamkan dalam wadah yang tertutup selama 7 sampai dengan 21 hari sebelum siap diberikan kepada ternak. Lebih rinci proses pembuatan jerami padi amoniasi tersaji pada Gambar 2.7; 2.8; dan 2.9.



Gambar 2.7. Tahap awal pembuatan silase jerami padi amoniasi dengan menyiramkan larutan urea



Gambar 2.8. Jerami yang sudah disiram urea selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik hitam dan selanjutnya diperam



Gambar 2.9. Silase jerami amoniasi sebelum diberikan ternak terlebih dahulu di angin-anginkan.

Proses penyimpanan ini membutuhkan waktu selama 1 bulan atau 21 hari. Setelah tiga minggu, jerami yang terbungkus dapat dibuka dari kemasannya. Pembukaan tersebut harus dilakukan secara hati-hati karena akan membuat mata menjadi perih. Jerami amoniasi yang baik ditandai dengan bau amoniak yang sangat menyengat. Oleh karena itu, jerami amoniasi tersebut harus dibiarkan di udara terbuka terlebih dahulu agar bau amoniak dapat berkurang.

Penggunaannya pada ternak dapat dalam bentuk segar, silase, wafer, maupu pellet. Teknologi pengolahan limbah merupakan salah satu alternative dalam penyediaan pakan dan bermanfaat pula dalam mengurangi pencemaran lingkungan. Peningkatan mutu pakan dengan menggunakan kotoran ayam dapat dilakukan dengan metode “wastelag”, yaitu proses pembuatan silase dengan memfermentasikan limbah pertanian (by-product) yang ditambahkan limbah ternak.

### **BAB III.**

## **STRATEGI PENYEDIAAN PAKAN TERNAK RUMINANSIA BERKELANJUTAN**

### **3.1 Pemanfaatan Lahan**

Kendala umum dari pengembangan peternakan adalah ketersediaan dan kualitas pakan yang rendah. Selama ini pembuatan ransum ternak banyak menggunakan bahan baku yang bersaing dengan manusia. Persaingan pemanfaatan ini menyebabkan harga bahan pakan tersebut mahal, sehingga harga ransum yang dihasilkan relatif tinggi. Dilain pihak kendala semakin menyempitnya lahan pertanian menyebabkan budidaya tanaman pangan lebih diprioritaskan daripada tanaman penghasil pakan, seperti hijauan.

Cara yang mudah dan praktis untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan mengimpor bahan pakan. Namun untuk jangka panjang, cara ini sangat berisiko tinggi karena membuat sektor peternakan menjadi sangat labil dan bergantung pada luar negeri. Peternakan yang berbasis pada sumberdaya pakan impor selain keuntungannya dipengaruhi oleh nilai tukar (kurs) rupiah juga sangat bergantung pada kondisi sosial politik dan hubungan suatu negara dengan negara lain. Terpuruknya industri peternakan pada saat krisis moneter merupakan contoh konkrit dari lemahnya industri peternakan berbasis impor.

Kendala lainnya di bidang pakan adalah manajemen pemberian pakan yang dirasakan belum efektif dan efisien. Misalnya dalam pemberian pakan pada ternak ruminansia masih dipisahkannya antara pakan hijauan sebagai sumber serat dan pakan konsentrat sebagai sumber protein dan energi. Hal ini berakibat pada tidak

efisiennya alokasi waktu dan pemakaian tenaga yang selanjutnya berimplikasi pada meningkatnya biaya produksi.

Pemanfaatan limbah organik seperti limbah agro-industri sebagai pakan merupakan salah satu upaya didalam menanggulangi permasalahan ketersediaan pakan. Namun pemanfaatan limbah ini masih kurang optimal dikarenakan beberapa faktor. Pertama, limbah agro-industri ini umumnya dihasilkan oleh pengusaha-pengusaha kecil yang tempatnya terpencar dan sulit dijangkau. Keadaan ini akan berdampak pada sulitnya didalam mengumpulkan bahan tersebut dan jika dapat harganya pun terlalu mahal. Kedua, limbah umumnya mudah mengalami kerusakan mengingat tingginya kadar air yang dimilikinya. Lebih jauh teknologi pengolahan yang selama ini dilakukan (teknologi pengeringan) menghasilkan produk yang relatif mahal. Sehubungan dengan hal tersebut dan dalam upaya menanggulangi permasalahan ketersediaan pakan alternative teknologi pengolahan agro-industri perlu dikembangkan. Paper ini menguraikan tentang teknologi pengolahan limbah agro-industri melalui pendekatan teknologi fermentasi menjadi ransum komplit.

### **3.2 Limbah Agro-Industri**

Ada beberapa pertimbangan yang perlu diketahui sebelum seseorang mengolah suatu bahan pakan. Pertimbangan utama yang perlu diketahui adalah sifat fisik dan kimia suatu bahan. Sifat fisik bahan diantaranya adalah keambaan (*bulk density*), sudut tumpukan dan tekstur, sedangkan sifat kimia bahan diantaranya adalah komposisi nutrien (termasuk kadar air), pH, kandungan anti nutrisi, dan kelarutan. Secara umum sifat fisik dan kimia dari bahan limbah agro-industri adalah sebagai berikut :

1. *Bulkiness (voluminous)*: Limbah agro-industri khususnya limbah sumber energi biasanya mempunyai keaambaan yang tinggi (*voluminous*). Bahan yang mempunyai keaambaan yang tinggi akan tidak efisien didalam pengangkutan dan pemakaian ruangan penyimpanan. Cara yang paling tepat untuk menanggulangi permasalahan ini adalah dengan cara pemadatan (*pressing*) bahan dibawah tekanan menjadi bentuk blok sebelum difermentasi.
2. Kadar air tinggi: Sebagian besar limbah yang dihasilkan dari agro-industri mempunyai kadar air lebih dari 60 persen. Penerapan teknologi pengeringan di Indonesia hanya efisien pada musim kemarau dan tidak efisien pada musim hujan. Selain itu teknologi ini sangat mudah terkontaminasi oleh mikroorganisme yang tidak bermanfaat dan bahkan membahayakan ternak yang mengkonsumsinya. Oleh karena itu teknologi fermentasi merupakan teknologi yang tepat diterapkan karena selain lebih efisien juga efektif dalam mencegah masuknya kontaminan. Lebih jauh teknologi ini dapat mempertahankan kualitas bahan dalam waktu yang relatif lebih lama.
3. Kualitas nutrien rendah: Pada umumnya limbah agro-industri sumber energi mempunyai kandungan serat yang tinggi yaitu diatas 20 persen. Serat yang tinggi ini tentunya tidak dapat dimanfaatkan oleh ternak monogastrik. Berdasarkan hasil kajian diketahui bahwa teknologi pengeringan maupun teknologi fermentasi kurang efektif dalam menurunkan kandungan serat limbah agro-industri. Meskipun teknologi fermentasi lebih menjanjikan untuk diterapkan mengingat mudahnya teknologi ini dikombinasikan dengan penambahan aditif seperti enzim dibandingkan teknologi pengeringan.

4. Keberadaan antinutrien: Anti nutrien dalam pakan akan menghambat penyerapan zat makanan dalam saluran pencernaan sehingga nutrien ransum tidak dapat dimanfaatkan untuk produksi optimal ternak. Penggunaan bahan pakan yang mengandung antinutrien sangat dibatasi dalam penyusunan ransum atau dalam penggunaannya perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk mengurangi antinutrien yang terkandung dalam bahan tersebut. Kandungan anti nutrien suatu bahan dapat diturunkan baik dengan teknologi pengeringan, penambahan bahan kimia maupun fermentasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa kandungan HCN pada singkong dapat menurun lebih dari 50 persen setelah difermentasi.
5. Kelarutan total rendah: Kelarutan total bahan pakan merupakan gambaran dari kecernaannya. Bahan yang kelarutannya tinggi akan mempunyai kecernaan yang tinggi, karena bahan yang kelarutannya tinggi menunjukkan bahan tersebut mengandung nutrien yang mudah didegradasi dan diserap saluran pencernaan. Sebaliknya bahan yang mempunyai kelarutan rendah memperlihatkan kecernaan dari bahan tersebut juga rendah.

Berdasarkan deskripsi sifat fisik dan kimia diatas maka teknologi yang tepat untuk diterapkan dalam mengolah limbah agro-industri adalah teknologi fermentasi menjadi silase.

### **3.3 Manfaat Penggunaan Teknologi Fermentasi**

Selama ini teknologi fermentasi dikenal sebagai suatu teknologi yang ditujukan untuk mengawetkan (mempertahankan kualitas) suatu bahan bukan untuk meningkatkan kualitas. Seiring dengan berkembangnya teknologi dalam pengolahan

pakan, fermentasi tidak hanya ditujukan untuk pengawetan saja tetapi juga dapat berfungsi meningkatkan kualitasnya, mengingat telah banyaknya produk fermentasi yang kualitasnya lebih baik dibandingkan bahan asalnya. Perkembangan ilmu dan teknologi pengolahan pakan, saat ini telah mengarah pada pemakaian enzim dalam pembuatan silase hijauan. Meskipun hasilnya tidak konsisten tetapi dari kebanyakan penelitian tersebut teknologi fermentasi dapat meningkatkan kualitas dari hijauan. Pengolahan agro-industri dan teknologi fermentasi ini merupakan metode yang tepat dalam mengolah limbah agro-industri oleh karena beberapa kelebihan yang dimiliki oleh teknologi fermentasi diantaranya adalah sebagai berikut:

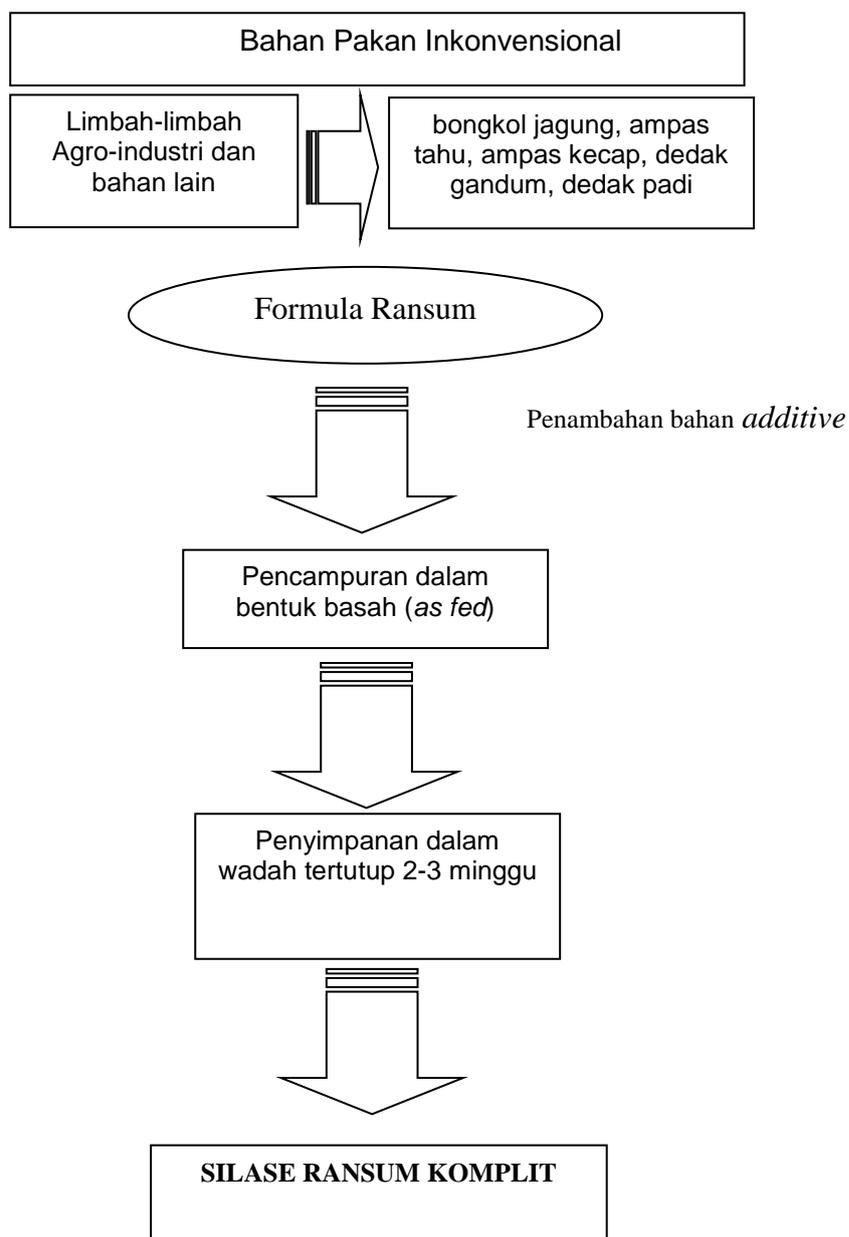
1. Ekonomis: Pembuatan silase tidak membutuhkan peralatan yang rumit dan mahal. Peralatan untuk pembuatan silase dapat dibuat sendiri dan tidak lagi membutuhkan alat pengering. Peralatan utama yang disediakan adalah pembuatan silo yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi setempat. Pembuatan silase untuk pakan ruminansia dilakukan dengan skala yang cukup besar sehingga cocok dengan bentuk silo bunker. Sedangkan pembuatan silase dalam skala kecil (pakan itik) dapat menggunakan silo yang terbuat dari tong plastik.
2. Lebih tahan lama (awet) dalam kondisi anaerob: Pada kondisi anaerob telah tercapai, mikroorganisme aerob akan mati dan mikroorganisme anaerob khususnya bakteri penghasil asam laktat akan berkembang. Pada umumnya aktivitas mikroorganisme dan kondisi keasamannya tercapai kesetimbangan pada hari ke-21. Pada saat itu pH berkisar antara 3,8-4,2. Bahan dengan kondisi tersebut akan tahan disimpan.

3. Bahan agro-industri mempunyai kadar air yang tinggi: Bahan baku yang berkadar air tinggi jika dikeringkan akan membutuhkan waktu yang relatif lama. Selain itu juga membutuhkan biaya dan tenaga yang cukup besar. Lebih jauh metode ini akan berisiko terhadap kerusakan nutrien bahan. Sebaliknya pada teknologi fermentasi prasyarat yang utama yang dibutuhkan suatu bahan adalah kadar air yang tinggi, biasanya berkisar 60-70%, sehingga bahan limbah agro industri lebih tepat diolah menggunakan teknologi fermentasi dibandingkan teknologi pengeringan.
4. Produk lebih ramah lingkungan: Limbah agro-industri yang tidak dapat tertangani dengan cepat tidak hanya menimbulkan polusi bau tetapi juga pencemaran terhadap air dan udara khususnya pencemaran karena mikroorganisme. Teknologi pengeringan tidak banyak mengubah bau yang dihasilkan, sedangkan teknologi fermentasi bisa mengubah menjadi bau asam. Sehubungan dengan hal tersebut maka teknologi fermentasi dapat dikatakan lebih ramah terhadap lingkungan.

Pembuatan silase ransum komplit merupakan cara yang tepat untuk mengatasi kelemahan tersebut. Silase ransum komplit merupakan campuran dari berbagai macam bahan pakan yang difermentasi dan mengandung nilai gizi yang lengkap sehingga dapat memenuhi kebutuhan hidup bagi ternak. Pembuatan silase ransum komplit akan memudahkan dalam manajemen pemberian pakan karena ternak cukup diberi silase ransum komplit tanpa memberikan pakan lain. Lebih jauh pemberian pakan silase ransum komplit ini cocok untuk diterapkan di daerah perkotaan, karena pemberian ransum komplit tidak lagi mengharuskan pemberian hijauan. Untuk mengatasi tidak efisiennya pembuatan silase dalam skala kecil, perlu dibentuk

kelompok tani ternak atau kawasan peternakan, sehingga pembuatan silase dapat dilakukan secara kelompok dengan skala yang lebih besar dan lebih ekonomis.

Bagan alir proses pembuatan silase ransum komplit tersaji pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Bagan alur pembuatan silase ransum komplit

Dari Gambar 3.1, dapat diuraikan sebagai berikut: (i) pertama bahan-bahan pakan dari limbah agro-industri dan bahan lain dicampur sesuai dengan kebutuhan gizi ternak (formulasi) dan ditambahkan bahan additive; (ii) setelah tercampur bahan

dimasukkan ke dalam silo, kemudian dipadatkan dan ditutup rapat untuk pencapaian kondisi anaerob. Pakan tersebut akan menjadi produk silase setelah 2-3 minggu.

### **3.4 Indikator Keberhasilan Fermentasi**

Ada lima fase dalam proses pembuatan silase, yaitu mulai dari proses respirasi sampai terbentuknya asam laktat. Setiap fase tersebut mempunyai sifat-sifat yang khas. Keberhasilan proses fermentasi anaerob dalam pembuatan silase dapat dilihat dari beberapa indikator sebagai berikut:

1. Tercapainya keasaman pada pH 3,5-4 (indikator utama): pH asam menandakan bahwa bakteri pembentuk asam tumbuh dan berkembang dengan baik. Pada pH tersebut bakteri asam laktat yang tumbuh adalah *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus brevis* dan *Leuconostoc mesenteroides*.
2. Indikator tambahan, seperti bau asam, warna hampir sama dengan warna aslinya, dan tidak menggumpal atau berjamur.

Bahan atau silase yang tidak menunjukkan indikator tersebut diatas menandakan bahwa bahan tersebut tidak berhasil terfermentasi. Berdasarkan gambaran diatas, tentunya hal yang tepat untuk pengolahan bahan limbah agro-industri adalah pengolahan fermentasi dengan dibuat silase ransum komplit. Pakan komplit silase sebagai salah satu teknologi diharapkan mampu mengatasi permasalahan peternak dalam penyediaan pakan dan penanganan limbah agro-industri khususnya limbah agro-industri yang dihasilkan di daerah perkotaan. Lebih jauh dengan diterapkan teknologi ini, harga limbah agro-industri dapat ditekan sehingga peternak dapat menyusun ransum yang efisien dan ekonomis.

Setelah silo dibuka, seyogyanya produk tidak diberikan langsung ke ternak. Produk fermentasi mengandung sejumlah gas yang dihasilkan selama fermentasi, yang dapat menekan konsumsi dan bahkan berbahaya bagi ternak bila diberikan langsung setelah pembongkaran silo. Sebelum diberikan pada ternak, silase perlu diangin-anginkan terlebih dahulu agar aroma tidak lagi menyengat. Selain itu produk silase juga harus diperiksa dari logam-logam berat yang mungkin mencemarinya sebelum diberikan ke ternak.

### **3.5 Konsumsi Nutrien pada Ruminansia**

Konsumsi pakan merupakan faktor esensial yang menjadi dasar untuk menentukan kebutuhan hidup pokok dan produksi (Parakkasi, 1995). Lebih lanjut dijelaskan bahwa konsumsi pakan adalah jumlah pakan yang dikonsumsi oleh hewan bila pakan diberikan *ad libitum*. Jumlah pakan yang dikonsumsi ternak dibatasi oleh banyak faktor diantaranya : faktor fisik, kapasitas retikulo-rumen dan interaksinya (Steg *et al.*, dikutip Amin,1997). Menurut Church ( 1976), konsumsi pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: berat badan, individu ternak, tipe dan tingkat produksi, jenis pakan serta lingkungan. Secara umum konsumsi pakan dapat meningkat sejalan dengan meningkatnya berat badan ( Broster *et al.*, dikutip Amin, 1997), karena pada umumnya kapasitas saluran pencernaan meningkat dengan semakin meningkatnya berat badan, sehingga mampu menampung pakan dalam jumlah yang lebih banyak. Menurut Arora (1995), bahwa konsumsi pakan akan bertambah jika aliran atau lewatnya pakan cepat.

Bahan pakan yang mengandung serat kasar tinggi seperti rumput lapangan dan jerami, menyebabkan sukar dicerna sehingga kecepatan alirannya juga rendah

(Tillman *et al.*, 1991). Sedangkan pada bahan pakan yang mudah dicerna, maka kecepatan alirannya akan meningkat sehingga konsumsi pakan akan meningkat (Arora, 1995). Kecepatan alir digesta dalam saluran pencernaan, terutama keluarnya dari retikulo-rumen menentukan konsumsi pakan. Pakan dengan ukuran partikel yang kecil dapat dikonsumsi dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan pakan yang ukuran partikelnya besar. Hal ini berarti konsumsi pakan yang lebih banyak menyebabkan alir digesta dalam saluran menjadi lebih cepat (Susila, 1994). Ada hubungan yang dekat antara pencernaan, kecepatan pencernaan dan konsumsi pakan (Tillman *et al.*, 1991). Penambahan kecepatan konsumsi pakan sesuai dengan bertambahnya pencernaan, dimana konsumsi bertambah bila diberikan pakan yang kecernaannya tinggi (Arora, 1995).

Parakkasi (1995), menyatakan bahwa dengan semakin meningkatnya nilai nutrisi suatu ransum akan meningkatkan konsumsi BK sampai pada tingkat kecernaan BK 70%. Ransum dengan tingkat kecernaan BK yang lebih tinggi dari 70% akan menurunkan konsumsi BK, karena kebutuhan nutrisi ternak telah terpenuhi. Sebaliknya jika kecernaan rendah akan meningkatkan konsumsi BK untuk memenuhi kebutuhan nutrisi akan tetapi sebelum kebutuhan nutrisi terpenuhi, ternak akan berhenti makan karena kapasitas rumen tidak mampu menampung lagi. Lebih lanjut dinyatakan bahwa terdapat tiga kemungkinan dari hubungan kecernaan dan tingkat konsumsi yaitu : (1) tidak terdapat hubungan antara kecernaan dan tingkat konsumsi, jika ternak diberi silase yang banyak mengandung zat beracun sehingga konsumsi menurun, (2) terdapat hubungan positif antara keduanya yaitu pada pakan dengan kecernaan rendah akan mengurangi konsumsi, karena pakan akan lebih lama dalam rumen dan tidak ada ruang yang tersedia dalam saluran pencernaan untuk

memasukkan bahan pakan baru, dan (3) terdapat hubungan negatif yaitu jika pakan berkualitas tinggi, sehingga konsumsi menurun karena sebenarnya ternak makan adalah untuk memenuhi kebutuhan energi dan protein, sehingga jika nilai nutrisi pakan tinggi konsumsi akan menurun, akibatnya kebutuhan nutrisi ternak lebih cepat terpenuhi. Kenaikan tingkat serat akan meningkatkan konsumsi, karena ternak berusaha memenuhi energinya akan tetapi tetap dibatasi oleh kapasitas rumen (Parakkasi, 1995).

Sifat fisik hijauan pakan ternak berhubungan dengan komposisi kimianya terutama dalam mempengaruhi palatabilitasnya. Arora (1995), menyatakan hijauan berlignin tinggi, palatabilitasnya lebih rendah dari pada hijauan yang ligninnya rendah. Sifat pakan yang "bulky" berpengaruh terhadap tingkat konsumsi, dimana pakan hijauan yang kemampuannya mengisi lambung tinggi menyebabkan ternak akan makan sedikit, karena lambungnya cepat terasa penuh (Putra, 1992). Tingkat konsumsi mempunyai pengaruh yang lebih besar pada ruminansia yang diberi pakan hijauan kualitas rendah dari pada diberi pakan hijauan kualitas tinggi. Dalam mencerna hijauan yang kualitasnya rendah, beberapa indikasi menunjukkan bahwa ternak kerbau sama atau lebih baik dari pada ternak sapi ( Tillman *et al.*, 1991).

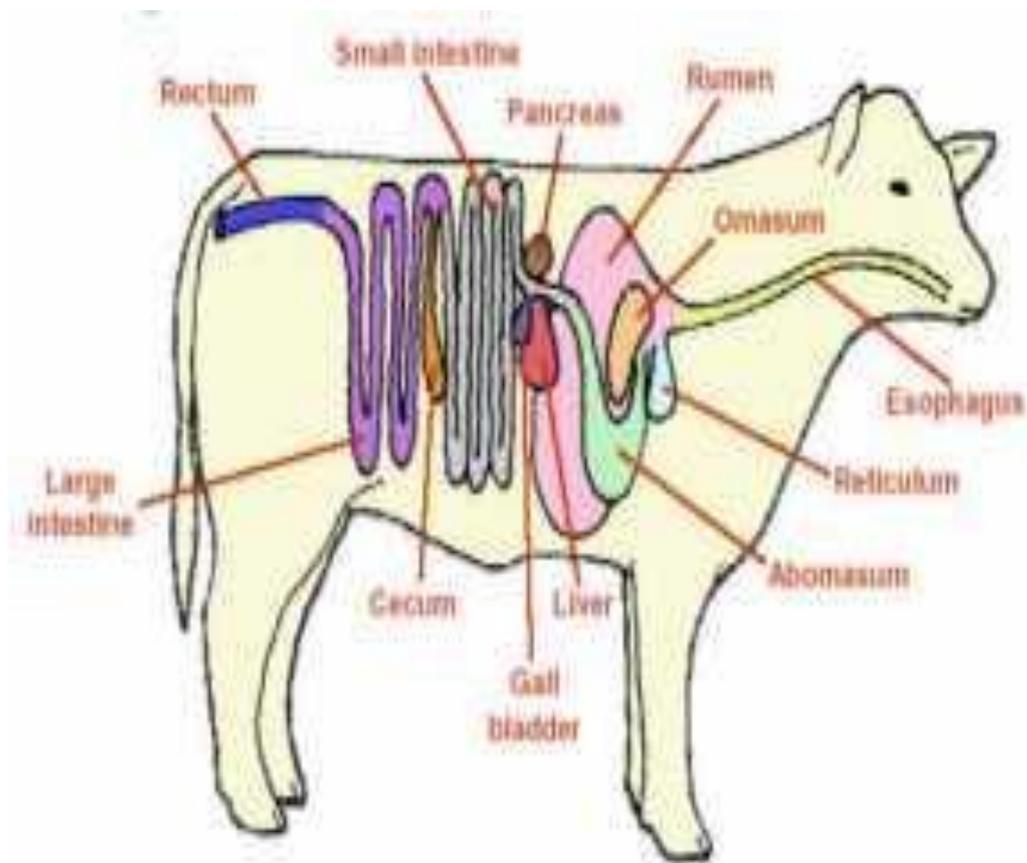
## **BAB IV. SISTEM PENCERNAAN TERNAK RUMINANSIA**

### **4.1 Pencernaan pada Ternak Sapi**

Pencernaan adalah proses perombakan pakan untuk dapat diserap (diabsorpsi) oleh saluran pencernaan. Proses pencernaan pada ternak sapi dapat terjadi secara mekanis di mulut, fermentatif oleh mikroba rumen, dan hidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan (Tillman *et al.*, 1998).

Proses pencernaan mekanik didalam mulut dimulai dengan penempatan pakan di dalam mulut. Di dalam mulut terjadi proses pelumatan dengan cara mengunyah yang dapat membantu perombakan secara mekanik serta dapat merangsang proses sekresi cairan saliva dari mulut. Sekresi saliva berjalan kontinyu dan bersifat alkalis yang berfungsi sebagai buffer asam hasil fermentasi mikroba rumen, zat pelumas, dan *surfactan* yang membantu didalam proses mastikasi dan ruminasi (Arora, 1995). Lebih lanjut dijelaskan bahwa di dalam saliva terdapat elektrolit tertentu seperti: Na, K, Ca, Mg, P, dan urea yang mempertinggi kecepatan fermentasi mikroba. Lebih rinci saluran pencernaan pada sapi tersaji pada Gambar 4.1.

Tillman *et al.*, (1998) menyatakan daya cerna (“digestibility”) adalah bagian zat makanan dari makanan yang tidak diekskresikan dalam feses. Biasanya ini dinyatakan dalam dasar bahan kering dan apabila dinyatakan dalam persentase disebut koefisien cerna. Menurut Anggorodi (1994), penentuan daya cerna adalah suatu usaha untuk menentukan jumlah zat-zat makanan dari bahan ransum yang diserap oleh ternak.



Gambar 4.1. saluran pencernaan sapi

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya cerna menurut Tillman *et al.*, (1998), adalah sebagai berikut ini.

1. Komposisi makanan, erat hubungannya dengan komposisi kimia, dan serat kasarnya mempunyai pengaruh yang terbesar terhadap daya cerna;
2. Daya cerna semu protein kasar, tergantung pada prosentase protein kasar dalam makanan oleh karena nitrogen metabolik konstan jumlahnya, sehingga pengurangan terhadap nitogen dalam makanan dan protein juga tetap;
3. Lemak pengaruhnya kecil karena kebanyakan ransum hewan kadar lemaknya rendah;

4. Komposisi ransum, adanya efek asosiasi dimana setiap bahan pakan dapat mempengaruhi daya cerna dari bahan lain;
5. Penyajian makanan, seperti pemotongan/pencacahan mempunyai pengaruh terhadap daya cerna, tetapi dapat mengurangi pemilihan bagian-bagian yang mudah dicerna, sehingga mengurangi daya cerna keseluruhan;
6. Faktor hewan yaitu bahan makanan yang mengandung serat kasar tinggi lebih cocok untuk ruminansia karena nitrogen metabolik pada ruminansia lebih tinggi dibandingkan non ruminansia;
7. Jumlah makanan yang dimakan dapat mempercepat arus makanan dalam usus, sehingga dapat mengurangi daya cerna. Biofermentasi merupakan proses perubahan kimia pada substrat sebagai hasil kerja enzim dari mikroorganisme dengan menghasilkan produk tertentu. Proses ini berjalan tergantung pada jenis substrat, mikroorganisme, dan lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme.

Penampilan sapi, di pengaruhi faktor genetik dan lingkungan. Termasuk faktor lingkungan antara lain: pakan, tata laksana, keadaan cuaca serta penyakit. Faktor pakan sangat dominan menentukan produktivitas ternak. Hal itu di sebabkan karena untuk mendeposisikan nutrien dalam bentuk masa tubuh di perlukan bahan baku yang berasal dari pakan. Dalam upaya meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan dan untuk menghasilkan produktivitas ternak yang optimal perlu adanya bahan pakan yang mempunyai nilai manfaat yang tinggi. Namun nutrien yang terkandung dalam bahan pakan kadang-kadang berada pada ikatan molekuler yang sulit dicerna, sehingga tidak dapat di manfaatkan sebagai sumber nutrien bagi ternak.

Ternak ruminansia mempunyai lambung majemuk yang terdiri dari retikulo rumen, rumen, omasum, dan abomasum.. Proses fermentasi yang intensif dan dalam kapasitas besar terjadi di retikulo rumen dengan bantuan mikroba rumen (Satter dan Roffler, 1981). Rumen adalah tempat untuk proses fermentasi makanan yang masuk serta menyediakan energi dan protein mikroba untuk kebutuhan proses metabolisme. Peranan mikroba rumen dalam membantu pemecahan pakan serat dan mengubahnya menjadi senyawa lain yang dapat dimanfaatkan ternak, merupakan keunggulan yang dimiliki ternak ruminansia. Tetapi pemecahan komponen serat sangat tergantung pada aktivitas enzimatik mikroba rumen dan sifat degradabilitas komponen serat tersebut. Aktivitas mikroba rumen di pengaruhi kadar protein kasar, karbohidrat mudah larut, dan kadar mineral dalam ransum (Arora, 1995).

Jenis mikroorganisme yang terdapat dalam rumen adalah bakteri, protozoa, fungi, dan virus. Kecernaan pakan sangat tergantung dari peranan mikroorganisme rumen. Bakteri membentuk koloni pada pakan serat selama 5 menit, protozoa selama 15 menit, dan selama 2 jam untuk sporangia dan rizhoid kapang (Demeyer, 1981). Oleh karena itu, sapi yang mendapat ransum dengan serat tinggi, maka kehadiran fungi sangat berperan sekali dalam mencerna pakan serat tersebut. Fungi membentuk koloni pada jaringan ikatan lignoselulosa partikel pakan (Fonty *et al.*, 1990). Adanya benang-benang rizhoid pada fungi memungkinkan fungi dapat menembus dinding partikel tanaman, sehingga menciptakan akses bagi bakteri. Selanjutnya bekerjasama dengan bakteri selulolitik mencerna serat.

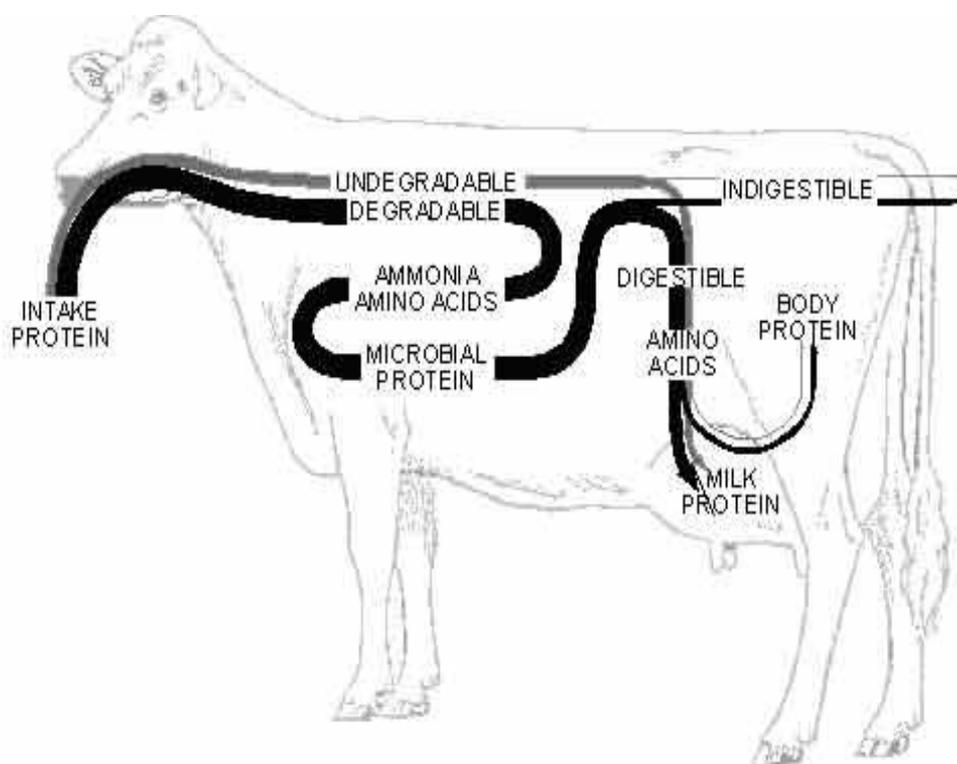
Dilaporkan oleh McDonald *et al.* (1988), mikroorganisme rumen akan menghidrolisa karbohidrat menjadi monosakarida dan disakarida yang selanjutnya akan difermentasi menjadi asam lemak terbang (“volatile fatty acid”) terutama asam

asetat, propionate, dan butirrat. Selanjutnya akan diserap melalui dinding rumen bersamaan dengan gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Asam lemak terbang (VFA) merupakan sumber energi utama bagi ternak ruminansia. Menurut Ensminger *et al.* (1990) bahwa sumbangan energi yang berasal dari asam lemak terbang tersebut dapat mencapai 60-80% dari kebutuhan energi ternak ruminansia. Asam lemak terbang akan diserap pada dinding rumen, retikulum, dan omasum (Fangel dan Wagner, 1984). Menurut Sutardi *et al.*, (1983), kadar VFA di dalam rumen berkisar antara 80-160 mM telah mencukupi kebutuhan untuk sintesis protein mikroba rumen yang optimal.

Menurut Fangel dan Wagner (1984) bahwa produksi asam asetat ( $\text{C}_2$ ) di dalam cairan rumen adalah 65%, asam propionat ( $\text{C}_3$ ) 25%, dan asam butirrat ( $\text{C}_4$ ) adalah 10%. Energi pakan dalam bentuk asam lemak terbang ini mencapai 75%, sisanya sebagai produksi gas metan ( $\text{CH}_4$ ) sebesar 12,40%, panas fermentasi sebesar 6,40%, dan sekitar 6,20% dipergunakan oleh mikroba rumen sebagai sumber energi dalam bentuk adenosine triphosfat (ATP). Dilaporkan juga bahwa komponen asam lemak terbang yang termasuk glukogenik adalah asam propionat, sedangkan asam asetat dan butirrat tidak termasuk kelompok ini.

Tilden (1980) menyatakan bahwa proses metabolisme protein di dalam rumen cukup kompleks. Amonia selain berasal dari protein, juga berasal dari senyawa nitrogen bukan protein (NPN). Jumlah ammonia yang dapat dipergunakan oleh bakteri sangat tergantung dari jumlah bakteri dan kecepatan bakteri tumbuh. Kecepatan produksi ammonia empat kali lebih besar daripada penggunaan ammonia oleh mikroba rumen, sehingga ammonia terakumulasi di dalam cairan rumen.

Proses pembentukan protein mikrobial di dalam rumen memerlukan energi dan hal ini menunjukkan adanya ketergantungan antara metabolisme protein dan energi. Orskov (1982) menyatakan bahwa sumbangan protein mikroba sangat penting artinya didalam penyediaan kebutuhan protein untuk induk semang (ternak). Sumber nitrogen untuk mikroba rumen dapat bersumber dari: (i) degradasi protein pakan, (ii) daur ulang urea melalui saliva, (iii) daur ulang urea melalui darah, dan (iv) nitrogen endogenus dari dinding rumen.



Gambar 4.2. Aliran protein pada sapi laktasi

Sumber protein pakan berupa protein murni dan nitrogen bukan protein (NPN). Urea di dalam rumen dihidrolisis menjadi  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$ . Proses hidrolisis tersebut berlangsung karena adanya aktivitas enzim urease yang diproduksi oleh mikroba rumen (Cullison, 1982). Fermentasi protein di dalam rumen menghasilkan asam amino, peptide, dan ammonia.

## 4.2 Ekosistem Rumen Ternak Ruminansia

Pencernaan didefinisikan secara sederhana sebagai proses perombakan makanan untuk dapat diserap atau diabsorpsi oleh saluran pencernaan. Proses pencernaan pada ternak ruminansia dapat terjadi secara mekanis di mulut seperti mastikasi atau kontraksi otot dari saluran pencernaan, fermentatif oleh mikroba rumen dan secara hidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Semua fungsi dari berbagai proses pencernaan adalah untuk mereduksi pakan menjadi ukuran molekul atau mempunyai daya larut yang memungkinkan terjadinya penyerapan oleh saluran pencernaan (Church dan Pond, 1988).

Hofmann (1988), menggolongkan ternak ruminansia berdasarkan morfofisiologi jenis pakan yang dimakan, terdiri dari:

1. pemilih konsentrat (*concentrate selector*),
2. pemakan campuran konsentrat dan hijauan (*intermediate mixed feeders*), dan
3. pemakan rumput atau *roughage* (*grass* atau *roughage eaters*).

Pada ternak ruminansia kecil, seperti ternak kambing misalnya, digolongkan ke dalam tipe *intermediate mixed feeders* dan berbeda dengan ternak domba yang tergolong tipe pemakan rumput atau *roughage*, sehingga kapasitas retikulo-rumen ternak domba lebih besar daripada ternak kambing. Namun demikian berdasarkan sejumlah penelitian seperti Devendra dan Burn (1994), menyatakan bahwa ternak kambing mempunyai efisiensi pencernaan lebih tinggi daripada ternak domba. Hal ini didukung oleh Linberg dan Gonda (1996), bahwa dibandingkan dengan ternak domba, ternak kambing lebih efisien dalam memamah biak dan lebih efisien memanfaatkan nitrogen yang diberi pakan berprotein rendah.

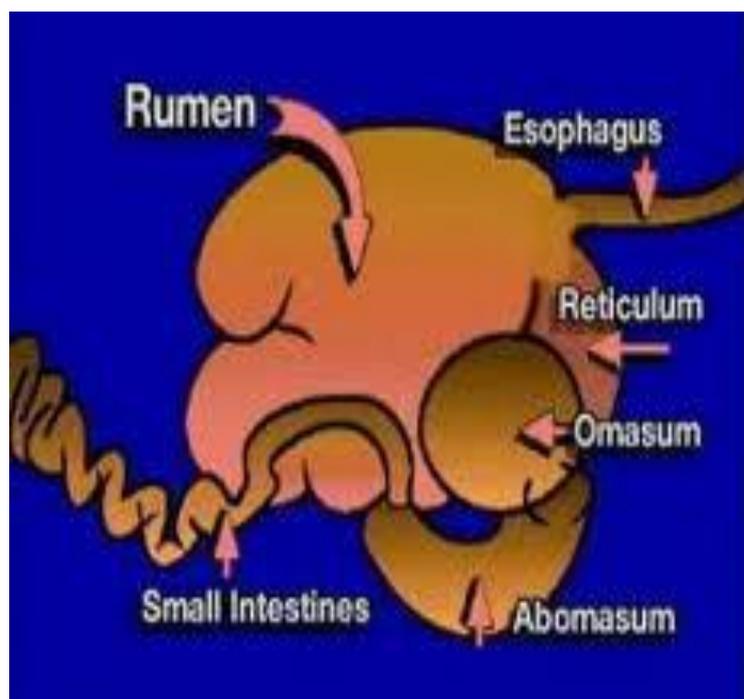
Menurut Frandson (1992), bahwa retikulum, rumen, dan omasum secara bersama-sama disebut perut depan (*forestomach* atau *proventriculus*). Retikulum yang menyerupai bentuk sarang tawon, berfungsi mendorong pakan padat dan ingesta ke dalam rumen atau mengalirkan ingesta ke dalam omasum dan regurgitasi ingesta selama ruminasi (Arora, 1995).

Proses fermentasi yang intensif dan dalam kapasitas besar terjadi di retikulo-rumen mencapai 60-80% kebutuhan energi pada ternak ruminansia. Proses fermentasi yang melibatkan aktifitas mikroba rumen (protozoa, bakteri dan fungi) yang mengubah komponen pakan untuk menghasilkan produk akhir yang berguna (Asam lemak atsiri) dan protein mikroba, sedangkan yang tidak berguna ( $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$ ). Asam lemak atsiri (VFA),  $\text{CO}_2$  dan  $\text{CH}_4$  (gas metan) merupakan hasil degradasi dari karbohidrat pakan, sedangkan amonia merupakan hasil perombakan protein pakan (Owens dan Zinn, 1988).

Proses pencernaan secara fermentatif yang terjadi di rumen memberikan keuntungan maupun kerugian. Keuntungan yang diperoleh: (1) produk fermentasi mudah diserap usus, (2) dapat mencerna selulosa, (3) dapat menggunakan non protein nitrogen seperti urea, dan (4) dapat memperbaiki kualitas protein pakan yang nilai hayatinya rendah menjadi protein mikroba yang nilai hayatinya tinggi. Kerugian yang dialami : (1) banyak energi yang terbuang sebagai gas metan dan panas, dan (2) protein hayati bernilai tinggi di rumen mengalami degradasi menjadi  $\text{NH}_3$

Rumen merupakan ekosistem kompleks yang dihuni oleh beberapa mikroba yang keberadaannya sangat banyak dan tergantung pada makanan. Mikroba rumen sebagian besar berupa bakteri, protozoa dan fungi yang berperan penting dalam pencernaan makanan (Preston dan Leng, 1987). Mikroba rumen membantu ternak

ruminansia dalam mencerna bahan pakan berserat tinggi serta mengubah nutrisi pakan secara fermentatif menjadi senyawa lain. Kondisi rumen yang anaerob sangat penting artinya dalam proses fermentasi di rumen dan pada keadaan tersebut mikroba dapat melakukan berbagai reaksi dan interaksi dengan makanan yang dikonsumsi ternak, untuk menghasilkan nutrisi yang dapat diserap dan selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh ternak. Untuk mencapai pertumbuhan maksimal, kondisi rumen harus memiliki pH berkisar 5,5 - 7,2 dan suhu antara 38°C-41°C (Owens dan Goetsch., 1988). Lebih rinci gambar rumen ternak ruminansia secara umum tersaji pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Rumen ternak ruminansia

Omasum merupakan lambung ketiga dari ternak ruminansia yang ditaburi lamina pada permukaannya, sehingga menambah luas permukaan tersebut (Arora, 1995). Dalam proses pencernaan berfungsi membantu memperkecil ukuran partikel pakan dan berpengaruh pada pengendalian aliran ingesta ke dalam perut bagian

belakang, serta beberapa absorpsi nutrien terjadi dalam omasum (Church dan Ponds, 1988).

Abomasum, usus halus (*duodenum, jejunum dan ileum*), usus besar (*caecum dan colon*) dan rektum adalah saluran pencernaan bagian belakang (Frandsen, 1992). Abomasum merupakan tempat pertama terjadinya pencernaan pakan secara kimiawi, karena adanya sekresi getah lambung (Arora, 1995). Jadi abomasum dipercaya mempunyai fungsi sebagai tempat pencernaan pakan oleh enzim dan penyerapan nutrien (Church dan Ponds, 1988).

Saluran pencernaan yang berfungsi sebagai tempat penyerapan sebagian besar nutrien adalah usus halus. Usus halus berfungsi mengatur aliran ingesta ke usus besar dengan gerakan peristaltik. Dengan bantuan getah pankreas, getah usus dan getah empedu, nutrien hasil akhir fermentasi mikroba diubah menjadi monomer yang cocok diabsorpsi (Arora, 1995).

Usus besar (*caecum dan colon*) adalah organ terakhir dari saluran pencernaan ternak ruminansia. Dimana *colon* berfungsi sebagai tempat penyerapan air, elektrolit dan VFA yang berasal dari *ileum* dan *caecum*. Di dalam usus besar terjadi sedikit proses fermentasi yang menghasilkan VFA dan amonia, dimana hanya 10% dari total VFA yang ada di pergunakan oleh ternak (Egan, 1980), sedangkan protein mikroba yang dihasilkan tidak dapat dimanfaatkan oleh ternak (Leng *et al.*, 1977)

Bakteri merupakan penghuni terbesar di dalam rumen. Bakteri tersebut secara garis besar dikelompokkan menjadi tiga : (1) bakteri yang hidup bebas dalam cairan rumen yang jumlahnya kurang lebih 30% dari total bakteri, (2) bakteri yang menempel pada partikel makanan yang jumlahnya kurang lebih 70% dari total bakteri, dan (3) sebagian kecil kelompok bakteri melekat pada dinding ephitel rumen

dan ada juga dalam jumlah kecil bakteri melekat pada protozoa yaitu yang bersifat methanogenik ( Preston dan Leng, 1987).

Sebagian protozoa memakan bakteri untuk memperoleh sumber nitrogen dan mengubah bakteri menjadi protein protozoa (Jonhson *et al.*,1964 dikutip Arora 1995). Jenis makanan akan mempengaruhi spesies protozoa. Populasi protozoa dalam rumen sapi atau biri-biri yang memakan makanan berserat dan mengandung gula terlarut yang rendah adalah sangat rendah berkisar  $10^5$ /ml. Sedangkan pada ternak yang makanannya mengandung gula atau tepung, populasi protozoa meningkat mencapai  $40 \times 10^5$  / ml cairan rumen. Protozoa sangat peka terhadap situasi asam, bila pH diturunkan maka jumlahnya dalam rumen akan menurun ( Purser dan Moir., 1959).

Mikroba rumen yang lain adalah fungi, dimana fungi bersifat anaerob dan ditemukan pada beberapa jenis hewan herbivora termasuk biri-biri, kambing, sapi dan beberapa famili rusa (Arora ,1995). Fungi mempunyai fungsi dalam mencerna pakan ternak yaitu sebagai pembuka jalan agar bagian-bagian dinding sel tanaman yang semula tidak dapat dicerna akhirnya dapat dicerna oleh ternak ruminansia. Fungi adalah mikroba rumen yang pertama menyerang dan mencerna komponen tanaman (Akin *et al.*, 1983).

#### **4.3 Pencernaan Karbohidrat**

Pakan ternak ruminansia sebanyak 60 - 70% terdiri dari karbohidrat berupa selulosa, hemiselulosa dan pati. Selulosa dan hemiselulosa tidak dicerna oleh enzim yang dihasilkan ternak ruminansia, tetapi dicerna oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroba rumen (Tillman *et al.*,1991). Mikroba rumen memfermentasi dan

mengubah sejumlah besar komponen karbohidrat menjadi *Volatile Fatty Acid* (VFA) yang menghasilkan energi dalam bentuk *Adenosine Tri Phosphate* (ATP). Tubuh atau sel mikroba mengandung 40 - 60% protein, karena itu sangat diperlukan energi yang mudah tersedia berupa ATP untuk keperluan sintesa protein (Preston dan Leng, 1987). Selain itu ATP tersebut digunakan untuk mempertahankan kelestarian aktivitas mikroba itu sendiri.

Pada tingkat pertama, pencernaan karbohidrat dalam rumen dikatalisis oleh enzim ekstraseluler (Tillman *et al.*, 1991). Urutan pola fermentasi dalam rumen adalah glukose, xylosa, pati dan selulosa (Arora, 1995). Karbohidrat mengalami fermentasi anaerob oleh mikroba rumen menjadi VFA, gas metan dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). VFA yang dihasilkan dalam rumen terdiri atas : asam asetat sebanyak 63%, asam propionat 21%, asam butirat, asam valerat dan lain-lainnya sebanyak 16%. Banyaknya VFA yang dihasilkan didalam rumen sangat bervariasi antara 200-1500 mg/100 ml cairan rumen. Produksi VFA sangat tergantung pada jenis ransum yang dikonsumsi (Mc Donald *et al.*, 1988).

VFA mempunyai peran ganda yaitu sebagai sumber energi bagi ternak dan sumber kerangka karbon bagi pembentukan protein mikroba (Sutardi *et al.*, 1983). Peningkatan konsentrasi VFA mencerminkan peningkatan protein dan karbohidrat pakan yang mudah larut (Davies, 1982). Pada fermentasi normal kadar VFA total cairan rumen sekitar 70-130 mM (Sutardi, 1980). Untuk menunjang pertumbuhan mikroba rumen yang maksimal diperlukan kadar VFA sebesar 80-160 mM (Sutardi, 1979). Lebih lanjut dijelaskan bahwa laju pertumbuhan mikroba dalam rumen tergantung pada ketersediaan karbohidrat.

Pencernaan karbohidrat di dalam rumen berlangsung karena adanya enzim yang dihasilkan oleh mikroba rumen, terutama fungi bekerjasama dengan bakteri selulolitik dan amilolitik serta protozoa. Didalam rumen, partikel pakan yang terutama berupa polimer karbohidrat, mengalami degradasi yang sangat intensif menjadi monomer. Bentuk monomer tersebut oleh mikroba rumen difermentasi menjadi piruvat melalui lintasan *Embden Meyerhorf* dan lintasan *Pentosa Posfat* (Erwanto ,1995). Piruvat adalah bentuk produk intermedier yang segera dimetabolis untuk membentuk produk utama pencernaan fermentatif dalam rumen yaitu asam-asam lemak rantai pendek yang biasa disebut VFA.

Asam asetat, propionat, butirat, CO<sub>2</sub>, gas metan dan hidrogen adalah hasil akhir pencernaan mikroba dan metabolis karbohidrat makanan ( Blexter,1969; Tillman *et al.*, 1991). Gas CO<sub>2</sub> , gas metan dan hidrogen merupakan bentuk energi yang tidak bermanfaat bagi ternak yang akan dikeluarkan dari dalam rumen melalui proses eruktasi. Selain itu juga dihasilkan asam-asam lemak rantai cabang yaitu : *iso butirat* dan *iso valerat*. Asetat adalah produk akhir utama dari pakan yang kaya serat kasar, sedangkan pakan yang kaya akan pati menghasilkan propionat yang relatif lebih banyak (Arora, 1995).

#### **4.4 Biofermentasi Pakan Berserat**

Kelompok pakan yang tinggi fraksi seratnya memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum diberikan kepada ternak untuk meningkatkan fermentabilitasnya. Hal ini dimaksudkan untuk memutuskan ikatan lignoselulosa yang sulit dicerna oleh mikroba atau enzim pencernaan.

Fermentasi pakan serat di dalam rumen ternak ruminansia merupakan suatu sistem yang kompleks dan dipengaruhi oleh adanya interaksi dinamik antara faktor ternak, pakan, dan populasi mikroba di dalam rumen. Faktor pakan di antaranya struktur kimia dan sifat fisik serat. Fraksi serat kasar yang sangat sulit dicerna adalah lignin. Adanya proses delignifikasi baik secara kimia, fisik, dan biologis diharapkan akan dapat meningkatkan laju fermentasi pakan serat di dalam rumen. Untuk mencerna serat, ternak ruminansia sepenuhnya tergantung pada peranan mikroba rumen. Ternak ruminansia tidak memproduksi enzim yang dapat menghidrolisis selulosa maupun hemiselulosa. Demikian juga halnya dengan ternak non ruminansia. Peningkatan fermentabilitas pakan serat dapat dilakukan dengan beberapa pengolahan, di antaranya biofermentasi dengan isi rumen dan kapang pendegradasi serat (Bidura, 2005)

Biofermentasi merupakan proses perubahan kimia pada substrat sebagai hasil kerja enzim dari mikroba dengan menghasilkan produk tertentu. Proses ini berjalan tergantung pada jenis substrat, kapang, dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme kapang. Selama fermentasi berlangsung, terjadi perubahan pH, kelembaban, dan aroma serta perubahan komposisi zat makanan seperti protein, lemak, serat kasar, karbohidrat, vitamin, dan mineral (Vallie *et al.*, 1992).

Substrat yang mengalami fermentasi biasanya memiliki nilai gizi yang lebih tinggi daripada bahan asalnya. Hal ini dikarenakan sifat katabolik dan anabolik mikroorganisme sehingga mampu memecah komponen yang lebih kompleks menjadi senyawa yang sederhana dan mudah tercerna. Proses fermentasi diharapkan akan merombak struktur jaringan kimia dinding sel, pemutusan ikatan lignoselulosa, dan

penurunan kadar lignin. Pakan serat yang mengalami fermentasi dengan kapang akan meningkat kecernaan nutriennya (Puls dan Poutanen, 1989).

Kapang *Phanerochaete chrysosporium* adalah kapang pendegradasi lignin dari klas *Basidiomycetes*, membentuk sekumpulan *meselia* dan berkembang biak secara ansexual melalui spora (Dhawale dan Katrina, 1993). Menurut Vallie *et al.* (1992), kapang ini adalah kapang “white rot” yang mempunyai kemampuan kuat merombak lignin secara efektif dengan cara menghasilkan enzim *peroksidase ekstraseluler*, berupa *lignin peroksidase* (LiP) dan *mangan peroksidase* (MnP).

Sistem kerja enzim *peroksidase ekstraseluler* yaitu tidak memisahkan serat dengan melarutkan lignin yang ada dalam *lamella* tengah, tetapi dengan melunakkan dan memecahkan dinding-dinding serat dan juga dengan melepaskan pita serat mikrofibrilnya (Totter, 1990). Dilaporkan juga bahwa kunci reaksi degradasi lignin oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* adalah biokatalis *ligninase* yang mengkatalis oksidasi cincin aromatik lignin untuk membentuk radikal-radikal kation. Selanjutnya, senyawa ini akan melepaskan ikatan-ikatan inti pada cincin aromatik.

Serat kasar pakan didefinisikan sebagai suatu komponen tanaman yang tak larut pada larutan detergen netral yang terdiri atas polisakarida, senyawa fenolik dan mineral terutama silika pada rumput-rumputan dan kalsium (Ca) pada legum (Van Soest, 1985). Hartley (1987) dan Hatfield (1989), melaporkan bahwa Netral Detergen Fiber (NDF) sebagian besar merupakan polisakarida, hemiselulosa dan selulosa. Komponen lain dari serat kasar adalah lignin, silika dan kutin (Ohide dan Becker, 1982) dan ditemukan pula sejumlah nitrogen (Hartley, 1987).

Degradasi polisakarida yang terdapat pada dinding sel tanaman yang merupakan bagian terbesar komponen serat kasar bervariasi tergantung pada jaringan

tanaman, jenis tanaman dan umur tanaman (Hatfield,1989). Chesson (1988), melaporkan bahwa penyusun utama dinding sel tanaman lebih mungkin dapat dicerna daripada bagian yang kedua yang lebih tebal dari dinding sel. Karakteristik serat terutama struktur fisika dan kimia, mempunyai peranan penting dalam mempengaruhi kecepatan dan tingkat degradasi serat kasar tersebut. Adanya ikatan ester dan ikatan kovalen antara lignin, polisakarida dari protein serat kasar, secara alamiah membentuk ikatan intrinsik pada sebagian besar struktur serat kasar dan merupakan pembatas utama dalam degradasi baik degradasi selulosa maupun hemiselulosa (Chesson,1988; Hatfield, 1989 dan Jung, 1989).

Ikatan lignin dengan komponen selulosa dan hemiselulosa dinding sel bertindak sebagai penghalang dari kerja enzim-enzim yang dikeluarkan oleh bakteri dan fungi di dalam rumen. Terhambatnya aktivitas mikroba berhubungan dengan ukuran pori-pori dari serat kasar tersebut (Hartley, 1987). Morrison (1986), melaporkan bahwa hemiselulosa lebih erat terikat dengan lignin dibandingkan dengan selulosa, sehingga selulosa lebih mudah dicerna dibandingkan dengan hemiselulosa. Jung (1989), menyatakan bahwa perubahan pencernaan selulosa dan hemiselulosa diakibatkan karena keberadaan lignin yang berubah-ubah. Dikatakan pula bahwa kandungan lignin pada rumput lebih tinggi daripada leguminosa.

Jerami padi sebagai salah satu limbah pertanian sangat berpotensi sebagai pakan ternak sumber serat, namun kualitasnya sangat rendah dengan kandungan protein kasar 5,21%; lemak kasar 1,17%; serat kasar 26,78%; dan TDN 51,5% (Hardianto dan Wahyono, 2005). Kandungan vitamin dan mineralnya sangat rendah terutama vitamin A, mineral Zn dan S (Hartadi *et al.*, 1993). Hal yang sama juga terjadi pada daya cernanya yang rendah akibat kandungan lignin yang tinggi

(Parakkasi, 1998). Namun demikian, produksi jerami padi menempati urutan pertama di Indonesia, sehingga sangat berpotensi untuk mengatasi kesulitan penyediaan hijauan pakan di musim kering (Hardianto dan Wahyono, 2005).

Rendahnya kualitas jerami padi menyebabkan tidak optimalnya sebagai pemasok nutrien bagi ternak sapi. Hal ini menyebabkan produktivitas sapi Bali yang diberi ransum berbasis jerami padi rendah. Oleh karena itu, pemanfaatan jerami padi sebagai pakan sapi harus dilengkapi dengan bahan pakan lain sebagai sumber energi, nitrogen, mineral, dan vitamin (Parakkasi, 1998).

Dalam upaya menghasilkan produktivitas ternak sapi yang maksimal pemberian jerami padi masih perlu disuplementasi dengan mineral dan vitamin kompleks, konsentrat yang mengandung sumber nitrogen dan karbohidrat mudah larut (Wanapati dan Sommart, 1992). Suplementasi vitamin sangat penting artinya untuk menutupi kekurangan vitamin yang umumnya terjadi pada musim kemarau sebagai akibat dari sedikitnya hijauan segar yang di makan ternak. Vitamin A sangat berperan dalam meningkatkan penyerapan nutrien dalam saluran pencernaan pada ternak yang diberi pakan dasar jerami padi. Demikian juga halnya dengan mineral, sangat penting untuk meningkatkan aktivitas mikroba rumen (Arora, 1995). Defisiensi mineral sulfur misalnya akan dapat menurunkan pencernaan bahan kering ransum. Hal ini telah dibuktikan oleh Erwanto (1995) bahwa suplementasi mineral dalam ransum dapat meningkatkan pencernaan ransum, populasi mikroba rumen, dan meningkatnya aktivitas fermentasi rumen sehingga berpengaruh positif terhadap penambahan berat badan sapi (Erwanto, 1995). Mineral juga sangat berperan dalam produksi enzim, proses metabolisme asam nukleat, sintesis protein, dan metabolisme karbohidrat (McDonald *et al.*, 1995).

Hal yang terpenting dari konsep pencernaan oleh mikroba rumen sapi adalah adanya rumusan yang menyatakan bahwa peningkatan produktivitas sapi Bali penggemukan yang diberi ransum berbasis jerami padi dapat dapat ditingkatkan dengan (1) memacu sistem fermentasi rumen melalui defaunasi dengan sistem suplementasi mineral yang diimbangi dengan pasokan nitrogen atau konsentrat; (2) meningkatkan pemanfaatan faksi serat pada jerami padi melalui teknologi amoniasi; (3) meningkatkan serapan nutrisi di pasca rumen melalui suplementasi vitamin terutama vitamin A; dan (4) menjamin kecukupan dan keseimbangan nutrisi ransum yang dikonsumsi ternak melalui pemberian konsentrat (Partama *et al.*, 2003).

#### **4.5 Pencernaan Protein**

Protein adalah senyawa organik kompleks yang mempunyai molekul tinggi dan mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor serta nitrogen (Tillman *et al.*, 1991). Edey (1983), menyatakan bahwa kunci dari struktur protein adalah asam amino, sehingga kualitas protein ditentukan oleh keseimbangan asam amino. Ternak membuat protein jaringan tubuhnya terutama dari asam-asam amino hasil pencernaan protein yang terdapat pada bahan pakan yang dimakan (Anggorodi, 1994). Sumber asam-asam amino untuk ternak induk semang juga berasal dari protein yang lolos degradasi atau *By Pass Protein*, protein mikroba rumen yang tercerna dan terserap dalam usus serta dari hasil fermentasi rumen (Mc Donald *et al.*, 1995).

Perombakan protein oleh enzim proteolitik di dalam rumen menghasilkan peptida dan asam-asam amino. Produk ini sebagian besar akan mengalami katabolisme lebih lanjut (deaminasi) sehingga dihasilkan amonia ( $\text{NH}_3$ ). Kegiatan

deaminasi asam-asam amino menghasilkan amonia bersifat konstitutif, bahwa mikroba rumen akan terus melakukan deaminasi terhadap asam amino, walaupun telah terjadi akumulasi amonia yang cukup tinggi di dalam rumen (Sutardi, 1976). Lebih lanjut dijelaskan bahwa sekitar 80% spesies mikroba rumen mampu menggunakan amonia sebagai sumber nitrogen untuk sintesis protein. Bakteri rumen adalah pengguna amonia sebagai sumber nitrogen yang paling efisien (Schaefer *et al.*, 1980). Disamping dimanfaatkan oleh mikroba rumen, amonia yang dihasilkan juga diserap oleh darah melalui dinding rumen dibawa ke hati dan diubah menjadi urea. Beberapa urea ini mungkin dikembalikan ke rumen melalui saliva dan juga langsung menembus dinding rumen, tetapi sebagian besar dikeluarkan bersama urine dan kemudian dibuang (Hungate, 1966).

## **BAB V. PENUTUP**

### **5.1 Ketahanan Pakan**

Keterbatasan-keterbatasan yang ada terkait dengan pemanfaatan bahan baku pakan lokal dapat ditanggulangi dengan penerapan teknologi fermentasi. Hal ini dapat berguna tidak hanya untuk mempertahankan kualitas pakan dan manfaatnya bagi kegiatan produksi ternak, tetapi juga dapat menjamin ketersediaan pakan sepanjang tahun. Pemanfaatan pakan lokal terutama yang bersumber dari hasil samping agroindustri merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi permasalahan ketersediaan pakan. Untuk lebih menjamin kualitas pakan lokal, teknologi fermentasi pakan menjadi silase merupakan metode pengolahan yang dapat diterapkan dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Pengolahan dan pemberian pakan dalam bentuk silase akan memberi beberapa keuntungan. Selain lebih menghemat waktu dan biaya, karena tidak perlu mengeringkan. Silase juga dapat dijadikan sebagai alternatif antibiotik karena mengandung bakteri asam laktat (probiotik) dan asam organik. Keuntungan lainnya, yaitu dari segi penyimpanan lebih tahan lama sehingga ketahanan pakan akan dapat tercapai segera.
- Hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan IPB, untuk mengetahui kandungan nutrisi dan silase pakan komplit berbahan baku pakan lokal, memberikan bukti yang positif tentang kandungan nutrisi dalam pakan tersebut, seperti diuraikan sebagai berikut :

- Silase pakan komplit dengan bahan baku tersebut di atas memiliki pH yang cukup rendah, yaitu sekitar 4,28, yang menunjukkan bahwa silase tersebut adalah silase dengan kualitas yang baik serta aman disimpan dalam kondisi anaerob dan jangka waktu lama. Hal ini dipertimbangkan karena pada kisaran pH tersebut adalah kunci untuk mencegah tumbuhnya mikroorganisme penyebab kebusukan dan atau mikroorganisme patogen.
- Mengingat silase pakan komplit dibuat sesuai kebutuhan nutrisi ternak, maka kandungan gizi dan nutrisinya dapat dijamin sesuai dengan kebutuhan ternak tersebut.
- Hasil uji coba pada domba dan sapi daging dan perah menunjukkan bahwa pakan silase dapat diterima oleh ternak tersebut di atas tanpa adanya pengaruh negatif terhadap performance ternak. Bahkan lemak dan bahan kering susu sapi perah yang mendapat silase lebih tinggi dibandingkan kontrol.

## **5.2 Pakan Lokal**

Indonesia sebagai negara agraris berpotensi dalam menghasilkan pakan lokal mengingat terdapatnya sumber-sumber bahan pakan lokal di tiap-tiap daerah yang cukup dapat diandalkan baik segi jumlah dan ketersediaannya. Bahan pakan yang dapat diandalkan dari segi ketersediaannya antara lain jagung, singkong, bungkil inti sawit dan dedak padi, serta dapat diusahakan ketersediaannya seperti tepung ikan dan kedele. Bahan pakan tersebut diatas dengan sentuhan teknologi tepat guna dapat dipakai sebagai alternatif bahan pakan impor yang dirasakan saat ini sangat menjadi kendala bagi perkembangan bisnis perunggasan nasional.

Upaya-upaya nyata yang mendukung kebijakan pengembangan dan pemanfaatan bahan baku pakan lokal sudah banyak dilakukan, setidaknya dengan orientasi mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku impor. Upaya-upaya tersebut antara lain dapat dilakukan sebagai berikut :

Menggali dan memanfaatkan sebesar-besarnya potensi bahan baku pakan lokal dalam rangka mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku impor. Pemerintah perlu memasyarakatkan penggunaan bahan baku pakan lokal.

Mengubah pola pikir yang cenderung berpikir praktis dan kebiasaan mengimpor apapun yang dapat dibeli di pasar internasional, menjadi pola pikir yang cenderung lebih memanfaatkan potensi sumber daya alam yang kaya, potensi laut yang luas, tidak akan habis menyediakan protein bagi ternak, potensi lahan subur untuk menanam jagung, kedele dan bahan baku pakan lainnya.

Meningkatkan kerjasama perguruan tinggi, lembaga penelitian dan instansi terkait dalam rangka pemanfaatan lahan, identifikasi potensi pakan lokal, pengembangan teknologi tepat guna dan tepat lokasi. Kerjasama dengan lembaga penelitian diarahkan pada peningkatan uji coba-uji coba hasil-hasil penelitian dengan penggunaan bahan baku konvensional.

Kontinuitas ketersediaan pakan ditempuh melalui produksi bahan baku pakan lokal dengan adanya jaminan pemasaran serta pelaksanaan kemitraan antara petani/keompok tani dengan perusahaan pakan yang saling menguntungkan, dan saling membutuhkan. Peningkatan dan kontinuitas produksi jagung lokal misalnya dapat dilakukan dengan pengaturan waktu dan pola tanam yang tepat, pengadaan sarana mesin pengering dan gudang penyimpanan.

Regulasi terhadap larangan mengekspor bahan baku pakan sebelum kebutuhan lokal terpenuhi. Sejalan dengan pengurangan ketergantungan impor bahan baku pakan, maka perlu dilakukan pengawasan mutu dari bahan baku pakan. Pengawasan mutu pakan serta bahan baku pakan perlu dilaksanakan dan ditingkatkan dengan menjaga keamanan dan kualitas pakan yang beredar, disertai dengan adanya perangkat kendali peraturan di bidang pakan yang lebih luas.

Hasil penelitian Rianto *et al.* (2006) menunjukkan bahwa semakin tinggi pemberian dedak padi dalam ransum berbasis rumput gajah, semakin meningkat penambahan berat badan harian (g/ekor/hari) domba. Selain itu, juga terjadi peningkatan yang signifikan pada berat daging dan lemak karkas.

Konsep modern yang harus dikembangkan dalam penyusunan ransum ternak ruminansia adalah keseimbangan zat-zat makanan terutama protein dan energi untuk menunjang produksi protein microbial yang maksimal, disamping pasokan protein makanan yang lolos dari degradasi rumen. Amonia yang bersumber dari perombakan protein makanan dan NPN sebagian besar digunakan oleh mikroba untuk membentuk protein tubuhnya, sedangkan fermentasi karbohidrat akan menyediakan kerangka karbon dan energi untuk sintesis protein mikroba. Dengan demikian, apabila ammonia cukup, maka penambahan sumber karbohidrat yang mudah tersedia dapat meningkatkan sintesis protein mikroba.

Pemberian ransum basal jerami padi amoniasi urea harus didukung oleh konsentrat yang mengandung energi yang mudah difermentasikan, karena produksi ammonia dalam rumen yang berasal dari urea akan cepat terjadi setelah makan, sedangkan pakan berkualitas rendah seperti jerami padi tersebut tidak mampu menyediakan energi yang cukup dalam waktu yang relative singkat untuk keperluan

produksi massa microbial yang maksimal. Oleh karena itu setiap imbalanced jerami padi amoniasi urea dan konsentrat dalam ransum secara langsung akan mempengaruhi tingkat efisiensi sintesis protein microbial.

Dengan formulasi ransum yang tepat diharapkan terjadi sinkronisasi antara kebutuhan energi dengan protein untuk pertumbuhan dan pembentukan protein microbial rumen yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Fauzia. 1991 Penggunaan Lumpur Sawit Kering dan Serat Sawit dalam Ransum Pertumbuhan Sapi Perah. Tesis, Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Akin,D.E., G.L.R. Gordon and J.P. Hogan . 1983. Rumen Bacterial and Fungi Degradation of *Digitaria pentzii* Grown with or without Sulfur. Appl. Environ. Microbiol. 46:738
- Akmal, 1994. Pemanfaatan Wastelage Jerami Sebagai Bahan Pakan Sapi FH Jantan. Tesis Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Amin, M. 1997. Pengaruh Penggunaan Probiotik *Saccharomyces cereviseae* dan *Aspergillus oryzae* dalam Ransum pada Populasi Mikroba, Aktivitas Fermentasi Rumen, Kecernaan dan Pertumbuhan Sapi Dara. Tesis, Program Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Anggorodi, R. 1979. Ilmu Makanan Ternak Umum. Cetakan Ke II. PT Gramedia. Jakarta.
- Anggorodi, R. 1994. Ilmu Makanan Ternak Umum. Cetakan Ke IV. PT Gramedia. Jakarta.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 11<sup>th</sup> Ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C.USA.
- Arora,S.P. 1995. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Propinsi Bali. 2003. Bali Dalam Angka. BPS Propinsi Bali, Denpasar.
- Bartle, S.J., J.R. Males and R.L. Preston. 1983. Evaluation of Urea Dilution as an Estimator of BodyComposition in Mature Cows.J.Amin.Sci., 56:410-417.
- Bidura, I. G. N. G. 2005. Bioteknologi Pakan dan Aplikasinya. Buku Ajar. Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Denpasar.
- Blaxter, K.L. 1969. The Energi Metabolism of Ruminants 3<sup>rd</sup> Ed., Impresion. Hutchinson Scientific and Technical. London.
- Bo Gohl. 1975. Tropical Feeds. Feed Information Summaries and Nutritive Value. FAO of the United Nation. Rome.

- Bowker, W.A.T., R.G. Dumsday, D.F. Frishch, R.A. Swan and N.m. Tulloh. 1978. Vice- Chancellors Commities. p.16-18
- BPS , 2004. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Cakra, I. G. L. O. 1996. Penggunaan Natrium Bikarbonat dan Natrium Karbonat dalam Manipulasi fermentasi Rumen pada Kerbau. Tesis, Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Chesson, A and Forsberg, C.W. 1988. Polysaccharide Degradation by Rumen Mikroflora. In: P.N. Hobson Ed. The Rumen Microbial Ecosystem. Elsevier Applied Science. London. Pp 251-248
- Cheva-Isarakul and Promma. 1995. The use of multi nutrient block supplemented to urea treated rice straw base diet for dairy heifers. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 8 (2):113-118.
- Church, D.C. 1976. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant. Vol.1. Digestive Physiology 2<sup>nd</sup> Edision. USA.
- Church, D.C. and W.G. Ponds. 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. 3<sup>rd</sup> Ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Davies, H.L. 1982. Nutrition and Growth Manual Australian University International Development Program. P 20-25; 40-46.
- Dewi Febrina. 2006. karakteristik Kondisi Rumen sapi pesisir selatan dengan ransum Jerami Padi Amoniasi Urea. Jurnal peternakan Vol. 3 No. 1 : 18 – 22
- Devendra, C. dan M. Burns. 1994. Produksi Kambing di Daerah Tropis. Penerjemah : Ir. IDK Harya Putra, PhD. Penerbit ITB Bandung dan Universitas Udayana.
- Djajanegara, A. 1983. Tinjauan Ulang Mengenai Evaluasi Suplemen Pada Jerami Padi. Proceeding Seminar Pemanfaatan Limbah Pangan dan Limbah Pertanian Untuk Makanan Ternak. Lembaga Kimia Nasional. LIPI. Bandung.
- Edey, T.N. 1983. Growth: Principles and Patterns. In : Tropical Sheep and Goat Production. T.N. Edey (ed.). AUIDP Canberra, Australia, (89-104).
- Egan, A.R. 1980. Review of Basic Ruminant Physiology. AAUCS. Ruminant Physiology Review and Training Course. 42 p.
- Ensminger, M.E. 1969. Animal Science 2<sup>nd</sup> .Ed., The Interstate, Denville, Illionis.
- Erwanto. 1995. Optimalisasi Sistem Fermentasi Rumen melalui Supplementasi Sulfur, Defaunasi, Reduksi Emisi Metan dan Stimulasi Pertumbuhan Mikroba pada Ternak Ruminansia. Tesis Program Pasca Sarjana. IPB, Bogor.

- Folley, E.D., D.L. Bath, F.N. Dickinson and H.A. Tucker. 1973. Dairy Cattle : Principles, Practise. Problems and Profits. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Frandsen, M. 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak. Alih Bahasa : B. Srigandono dan K. Praseno. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gallenkamp, A. 1976. Automatic Adiabatic Bomb Calorimeter. London. p.23
- Goering, H.K and P.J. Van Soest. 1970. Forage Fibre Analysis USDA. ARS Agriculture Handbook No. 379. Washington, D.C. pp.8-12, 18-19.
- Hardjosubroto, W. 1994. Aplikasi Pemuliabiakan Ternak di Lapangan. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Hardianto, R. dan D.E. Wahyono. 2005. Teknologi Pakan yang Efisien untuk Meningkatkan Produktivitas Sapi Potong. Seminar Pengembangan Sapi Potong, tgl. 29 Januari 2005. Fakultas Peternakan Univ. Udayana, Denpasar.
- Hartadi, H., S. Reksohadiprodjo, dan A.D. Tillman. 1993. Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Harry B. Pfost. 1988. Feed Manufacturing Technology. Feed Production Council, American Feed Manufacturers Association, Inc. Virginia, USA.
- Hartley, R.D. 1987. The Chemistry of Lignocellulosic Materials from Agricultural Wastes in Relation to Processes for Increasing their Biodegradability. In J.M. Van Der Meer, B.A. Rijkens and M.P. Ferrani Ed. Degradation of Lignocellulosic in Ruminants and Industrial Process. Elsevier Applied Science. London.
- Haryanto, B., dan A. Djajanegara. 1993. Pemenuhan Kebutuhan Zat-zat Makanan Ternak Ruminansia Kecil, dalam : Produksi Kambing dan Domba di Indonesia.
- Hatfield, R.D. 1989. Structural Polysaccharides in Forage and their Degradability. Agron. J. 81:39-46.
- Hofmann, R.R. 1988. Anatomy of Gastro-Intestinal Tract. In: D.C. Church (Ed). The Ruminant Animal : Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall, New Jersey. Pp.14-43
- Hungate, R.E. 1966. The Rumen and its Micorbes. 2<sup>nd</sup> Edition Academyc Press. New Yersey.
- Ivan, M., D.J. Clack and G.J. White. 1974. Kjeldahl Nitrogen Determination. In Shorth Course on Poultry Production. Udayana University. Denpasar.

- Jakson, M. G., 1978. Rice straw as livestock feed. In Ruminan nutrition: selected articles from the world Anim. Rev. 12:34-40.
- Jung, H.G. 1989. Forage Lignins and Its Microbes. 2<sup>nd</sup> Edition. Academic Press. New Jersey.
- Juko, C.D., R.M. Bredon and B. Narshall. 1961. The Nutrition of Zebu Cattle part II. The Techniques of Digestibility Trial with Special Reference to Sampling, Preservation and Drying of Peaces J. of Agric. Sci. 56:93-97.
- Kartadisastra, H.R. 1997. Penyediaan dan Pengelolaan Pakan Ternak Ruminansia. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Kearl, L.C. 1982. Nutrient Requirement of Ruminants in Developing Countries. International Feedstuffs Institute. Utah Agric. Exp. Station. Utah State University, Logan Utah.
- Komar, A. 1984. Teknologi Pengolahan Jerami Sebagai Makanan Ternak. Penerbit Yayasan Dian Grahita. Jakarta.
- Kowalczyk, J. 1989. Anatomy and Function of the Gastrointestinal track of Ruminants. In : H.D. Bock, B.O. Eggum, A.G. Low, O. Simon and T. Zebrowska (Ed). Protein Metabolism in Farm Animals. Oxford University Press and VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin. Pp. 159-164.
- Kristianto, L.K. 2002. Kinerja Kambing Lokal Dara dan Induk dengan Perbaikan Pakan Pada Fase Menjelang Bunting dan Bunting Tua. Tesis Program Pasjasarjana, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Leng, R.A., T.J. Kempton and J.V. Nolan. 1977. Non Protein Nitrogen and By-Pass Protein in Ruminant Diets. AMRC. 33:1-22.
- Linberg, J.E and H.L. Gonda. 1996. Fibre and Protein Digestion in Goat. In : VI International Conference on Goats, 6-11 May 1996, Beijing, China. 1<sup>st</sup> Ed. International Academic Publishers, Beijing, China, Vol.2: 495-509.
- Mariani, N.P. 1994. Pengaruh Penggunaan Ubi Jalar-Urea Kompleks dalam Konsentrat terhadap Pertumbuhan Sapi FH Jantan. Tesis program pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Masudana, I W. 1990. Perkembangan Sapi Bali dalam Sepuluh Tahun Terakhir (1980 – 1990) dalam Proseding Seminar Nasional Sapi Bali. Fapet Unud. Denpasar.
- Mathius I.W., B. Haryanto dan M.E. Siregar, 1991, Beternak Kambing Domba sebagai Ternak Potong, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian Bogor.

- Mathius, I.W., Je Van Eys dan Thomas. 1982. Aspek Nilai Gizi dalam Usaha Peternakan Domba dan Kambing di Jawa Barat, Proc. Seminar Teknologi Peternakan dalam Menunjang Pembangunan Peternakan di Pedesaan. Universitas Brawijaya-NUFFIC VoL 1, Hal:54.
- Mathius.I.W., D.Yuliastini dan A. Wilson. 1989. Tata Laksana Pemberian Pakan Kambing dan Domba di Pedesaan. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- McDonald, P., R.A. Edwards, and J.F.D. Greenhalg. 1988. Animal Nutrition. 4<sup>th</sup> Edition. Longman Scientific and Technical. Copublished in the United States with John Wiley and Sons. Inc., New York.
- McDonald.P., R.A.Edwards, J.F.D. Greenhaigh, and C.A. Morgan. 1995 Animal Nutrition. 5 Ed. Longman Scientific and Tehmcal, Longman Group Ltd., New one.
- Milford, R. and D.J. Minson. 1966. Intake of Tropical Pasture Species. Proc. XI Th. Int. Grassland Congress Brazil. PP. 814
- Minson, D.J. 1976. Nutritional Significant of Protein in Temperate and Tropical Pasture. Proc.of Symp. From Plant to Animal Protein No.2 ( Rev.Rur.Sci.) University of New England. Armidale, N.S.W. p.27-30.
- Morison. I.M. 1986. Factor Affecting the Breakdown of Dietary Fibre in the Rumen Hannah Res. Institute 1987:89-96.
- Muljana.W. 1982. Cara Beternak Kambing. Penerbit Aneka Ilmu. Semarang.
- Mulyono.S. 1998. Teknik Pembibitan Kambing dan domba. PT. Penebar Swadaya Jakarta.
- Murtidjo.B.A. 1993. Memelihara Kambing sebagai Ternak Potong dan Perah. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- National Research Council.1976. Mechanism of NPN Utilization in the Ruminant. In Urea and Other Non Protein Nitrogen Compounds in Animal Nutrition. Board on Agriculture and Renewable Academic Press. Washington, D.C.
- Nitis J.M., K.Lana, T.G.O. Susila, W. Sukanten , and S.Uchida. 1985. Chemical Composition of the Grass, Shurb and Tree Leaves in Bali. Udayana University. Bali. Indonesia.
- Nitis, I.M., K. Lana, T.G.O.Susila, W. Sukanten and S. Uchida. 1989. Chemical Composition of the Grass Shurb and Tree Leaves in Bali. Report University Udayana. Denpasar.

- Orskop, E. R. and M. Ryle. 1990. Protein Nutrition in Ruminants. Academic Press London.
- Orskop, E. R. and M. Ryle. 1990. Energy Nutrition in Ruminants. Elsevier Applied Science London.
- Owens, F.N. and A.L. Goetsch. 1988. Ruminal Fermentation. In : D.C. Church (Ed). The Ruminant Animal : Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall, New Jersey. pp. 145-171.
- Owens, F.N. and Zinn. 1988. Protein Metabolism of Ruminant Animals. In: D.C. Church Ed. The Ruminant Animal : Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall, New Jersey. Pp. 227-249.
- Panaretto, B.A. 1963. Body Composition In Vivo: the Estimation of Total Body Water with Antipyrine and the Relationship of Total Body Water to Total Body Fat in Rabbits. Austr.J.Agric.Res., 14:594-601.
- Panaretto, B.A and A.R.Till. 1963. Body Composition In Vivo. EL The Composition of Mature Goats and its Relationship to the Antipyrine, Tritiated Water and N-Acetyl-4-Aminoantipyrine Spaces. Aust. J.Agric. Res., 144:926-943.
- Parakkasi, A. 1995. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Payne. 1970. Asians Breed. In W. J. A. Payne. Ed. Cattle Protection in The Tropic. Vol A Longman. London.
- Partama, I.B.G., T.O.G. Susila, I-W. Suarna, dan I-M. Suasta. 2003. Peningkatan Produktivitas Sapi Bali Kereman melalui Suplementasi Mineral dalam Ransum Berbentuk *Wafer* yang Berbasis Jerami Padi Amoniasi Urea. Prosiding Seminar Nasional Revitalisasi Teknologi Kreatif dalam Mendukung Agribisnis dan Otonomi Daerah, Denpasar, tgl. 7 Oktober 2003. PPPSEP-BPPP, Deptan, Bogor.
- Preston, R.L. and S.W. Kock. 1973. In Vivo Prediction of Body Composition in Cattle from Urea Space Measurement. In Proceedings of Society for Experiment Biology and Medicine. Vol.143: 1057-1061.
- Preston, R.L and R.A.Leng. 1987. Matching Ruminant Production System with Available Resources in the Tropics. Penambul Books Armidale
- Pulungan, H., Je Van Eys dan Rangkuti. 1985. Penggunaan Ampas Tahu sebagai Makanan Tambahan pada Domba Lepas Sapih yang Memperoleh Rumput Lapangan. Ilmu dan Peternakan. Bogor. Indonesia

- Purser,D.B., and R.J. Moir. 1959. Ruminant Flora Studies in the Sheep. The Effect of pH on the Ciliate Population of the Rumen In Vivo, J, Agric. Res. 10:555
- Putra,S. 1992. Evaluasi Komposisi Kimia dan Tingkat Konsumsi 16 Daun Provenance Gamal (*gliricidia sepium*) yang Ditanam pada Lahan Kering di Propinsi Bali. Tesis Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Putra, S. 1999. Peningkatan Performans Sapi Bali melalui Perbaikan Mutu pakan dan suplementasi Seng Asetat. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Putra, S. dan Puger, A.W. 1995. Manipulasi Mikroba dalam Fermentasi untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Zat-Zat Makanan. Fakultas Peternakan. Universitas Udayana. Denpasar.
- Rachim, A. 2003. Pemanfaatan Jerami untuk Pupuk. Bulletin Teknologi dan Informasi Pertanian 1 (1) : 23 – 24
- Rahmat,R.D.A. 2000. Kenaikan Berat Badan Domba Lokal Jantan dengan Perbedaan Frekuensi Pemberian Suplemen Dedak Halus Urea Molases. Skripsi, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ranjhan, S.K. 1977. Animal Nutrition and Feeding Proctice in India. Vikas Pub. House PVT. Ltd. New Delhi.
- Rianto, E., Evi Lindasari dan Purbowati. 2006. Pertumbuhan dan Komponen Fisik Karkas Domba Ekor Tipis Jantan yang mendapat Dedak Padi dengan Aras Berbeda. Animal Production. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rule, D.C., R.N. Arnold, E.J. Hentges and D.C Beitz. 1986. Evaluation of urea Dilution as Technique for Estimating Body Composition of Beef Steers in vivo: Validation of Published Equations and Comparison with Chemical Composition. J. Anim. Sci., 63:1935-1948.
- Russel.J.B. and Hespell,E.B. 1981. Microbial Rumen fermentation. J. Dairy Sci : 64, 1153-1169.
- Sarwono,B. 1999. Betemak Kambing Unggul. Penebar Swadaya. Jakarta
- Siregar.S.B. 1994. Ransum Ternak Ruminansia. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Schaefer,D.M., C.L. Davis and M.P Bryant. 1980. Ammonia Saturation Constant for Predominant Species of Rumen Bacteria. J. Dairy Sci. 63:1248.
- Semang,A.2005. Penampilan kambing Peranakan Etawah yang Diberi Pakan Dasar Rumput Lapangan dengan Suplementasi Urea Molases Blok. Tesis Program Pascasarjana, Universitas Udayana. Denpasar.

- Siregar,S.B., 1994. Ransum Ternak Ruminasia. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sniffen, C.J. and P.H. Robinson. 1987. Microbial grow and flow as influenced by dietary manipulation. J. Dairy Sci., 70:425-434.
- Sodiq, A. 2002. Kambing Peranakan Etawah. Penghasil Susu Berkhasiat Obat. Agro Media Pustaka.
- Soeparno. 1992. Ilmu dan Teknologi Daging. Cetakan ke-1. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sosroamidjojo. 1981. Ternak Potong dan Kerja. Penerbit C.V Yasaguna. Jakarta.
- Stevenson KR. 1982. Effect of Processing on Nutrient Content of Feeds : Chemical Preservation. In : Handbook of Nutritive Value of Processed Food. Vol II. Animal Feedstuffs. Rechcigl, M. Jr. (Ed). CRC Press Inc. Boca Raton. Florida.
- Suarna,I.W. 2002. Pengaruh Kascing dan Sistem Tanam Rumput-Legum terhadap Hasil dan Kualitas Hijauan serta Dampaknya pada Prestasi Kambing Peranakan Etawah Jantan. Disertasi Program Pascasarjana, Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Suhartati,F.M. dan B. Hartoyo. 1998. Bahan Pakan AItematif. Fakultas Peternakan UNSOED. Purwokerto.
- Suharto. 2005. Manajemen Agribisnis dan Teknologi Pengolahan Limbah Ternak Sapi Bali. Seminar Pengembangan Sapi Potong, tgl. 29 Januari 2005. Fakultas Peternakan Univ. Udayana, Denpasar.
- Suryahadi dan Amrullah. 1989. Pembuatan "Ogrea" sebagai Pakan dari Hasil Ikutan Tanaman dan pengolahan Ubi Kayu yang Difermentasi dengan *Aspergillus niger*. Laporan Penelitian IPB. Bogor.
- Sukanten J.W., I.M. Nitis, S.Uchida, S.Putra and K. Lana . 1996. Performance of the Goat Feed Grass, Shurb ad Tree Fodders During the Dry Season in Ball. Indonesia. Asian-Australian J.ofAnim. Sci. Vol. 9.4:359-482.
- Susila,T.G.O. 1994. Evaluasi Jerami Padi Amoniasi Urea sebagai Pakan Serat untuk Sapi Perah Laktasi. Tesis Program Pasca Sarjana. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Sutardi,T. 1976. Metabolism of Same Essential Amino Acids by Rumen Microbes with Special reference to Alpha-Keto Acids. PhD. Thesis, University of Wisconsin, Madison.

- Sutardi,T. 1979. Ketahanan Protein Bahan Makanan terhadap Degradasi oleh Mikroba Rumen dan Manfaatnya bagi Peningkatan Produksi Ternak. Proceeding Seminar dan Penunjang Peternakan. LPP. Bogor.
- Sutardi.T. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi . Departemen Ilmu Makanan Ternak Fakultas Peternakan IPB. Bogor.
- Sutardi.T. 1995. Peningkatan Produksi Ternak Ruminansia melalui Amoniasi Pakan Serat Bermutu Rendah, Defaunasi dan Suplementasi Sumber Protein Tahan Degradasi dalam Rumen. Laporan Penelitian Hibah Bersaing 1/3. Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 1994/1995. Fakultas Peternakan IPB. Bogor.
- Sutardi.T.,Sigit,N.A. dan Toharmat ,T. 1983. Standarisasi Mutu Protein Bahan Makanan Ruminansia Berdasarkan Parameter Metabolismenya oleh Mikroba Rumen. Fakultas Peternakan IPB. Bogor.
- Sutrisno, C.I. 1988. Teknologi pemanfaatan jerami padi sebagai penunjang usaha peternakan di Indonesia. Dalam: Sunarso, Bambang Dwiloka, Supardie, Widiyanto dan H.S. Sulistiyono (Eds). Proceeding Seminar Program Penyediaan Pakan Dalam Upaya Mendukung Industri Peternakan Menyongsong Pelita V. Fakultas Peternakan Univ. Diponegoro, Semarang. pp.9-10.
- Sutrisno, C. I., B. W. H. F. Prasetyono, dan E. Ali. 2006. Pemanfaatan Kotoran Ayam untuk Meningkatkan Kualitas Pucuk tebu sebagai pakan Ruminansia. Caraka Tani, Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Vol. 21 (1) : 33 – 38
- Tillman,A.D., H. Hartadi,S. Reksohadiprodjo,S. Prawirokusumo dan S. Lebdoesoekojo. 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Ruminant Metabolism, Nutritional Strategies, the cellulolytic Fermentation and the Chemistry of Forages and Plant Fiber. O & B Books Inc. Oregon USA.
- Van Soest , P.J. 1985. Definition of Fibre Animal Feed, pp 55-77 In W. Haresign and D.J.A. Cole Ed. Recent Advances in Animal Nutrition 1985. Butterworths. London.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Enologi of the Ruminant. 2<sup>nd</sup> . Ed. Comstock Publishing Associates. A Division of Coernell University Press. Ithaca. London.
- Wanapatt, M. and K. Sommart. 1992. Supplementation of high quality feed block (HQFB) for swamp buffaloes fed rice straw based diet. *In*: Recent Advances in Animal Prod. Proc. of The 6<sup>th</sup> AAAP. Anim. Sci. Congress. Vol. III:40-47.

- Williams, I.H. 1982. Growth and Energy. In : A Course Manual in Nutrition and Growth. H.Llyod Davies Ed., AUIDP., Hedges and Bell, Pty. Ltd., Melbourne.
- Winugroho, M.T. , Panggabean dan N.G. Yates. 1984. Respon terhadap Penambahan Pencampuran Mineral pada Domba yang diberi rumput Lapangan. Proc. Seminar Ruminansia Kecil. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Williamson, G. and W.J.A. Payne. 1993. Pengantar Peternakan di Daerah Tropis. Cetakan ke-1. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wod Zicka Tomas Zewska, W.T., I-M. Mastika, A. Djajanegara, S. Gardiner, and T.R. Wiradarya. 1993. Produksi Kambing dan Domba di Indonesia. Sebelas Maret University Press. Surakarta.