

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tebon Jagung (*Zea mays*)

Tanaman jagung merupakan jenis tanaman serealia dengan areal dan agroekologi sangat bervariasi, dari dataran rendah sampai dataran tinggi, pada berbagai jenis tanah, berbagai tipe iklim, dan bermacam pola tanam (Iriany, Yasin, dan Takdir, 2007). Tebon jagung merupakan hasil ikutan atau limbah tanaman jagung berupa batang dan daun setelah diambil buahnya yang masih muda. Tebon jagung mempunyai kandungan kadar protein sekitar 12,06 %, serat kasar 25,20 %, dan energi metabolisme 2350 kkal/kg (Winarti dan Sarjiman, 2007). Tebon jagung, yaitu seluruh tanaman termasuk batang, daun, dan buah jagung muda yang dicacah dan diberikan langsung kepada ternak (Tangendjaja dan Elizabeth, 2008). Tebon terdiri dari 50% batang, 22% daun, 15% tongkol jagung dan 13% kulit (klobot) (Hettenhaus, 2002 disitasi oleh Krishna dan Umiyasih, 2006). Apabila target area tanam jagung 10.000 ha dapat dicapai serta diasumsikan bahwa produksi Bahan Kering (BK) tebon jagung adalah 2,8 ton/ha/panen maka diperkirakan bahwa pada tiap musim panen akan dihasilkan sekitar 28.000 ton BK tebon jagung. Bahan ini tidak mempunyai nilai jual. Namun, tebon jagung itu dapat berguna untuk pupuk hijau, mulsa dan/atau pakan ruminansia (Ifar, 2007). Apabila dilihat dari harga dan ketersediaannya, maka pakan yang berasal dari limbah pertanian mempunyai nilai ekonomis yang lebih baik karena bahan makanan ini belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai pakan ternak (Andayani, 2010). Tanaman jagung disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tanaman jagung
(Dokumentasi pribadi)

Tebon jagung adalah hijauan sumber serat kasar yang memiliki tingkat kecernaan sangat baik dibandingkan dengan hijauan jenis rumput pada umur yang sama. Tebon jagung terbaik untuk hijauan pakan ternak umumnya memiliki *maturity* antara 40 – 70% dalam arti pohon jagung yang dipanen tidak terlalu tua tetapi juga tidak terlalu muda dengan buah jagung yang tidak terlalu tua, yaitu dipanen pada umur 34 – 56 hari (Anonim, 2015). Kandungan nutrisi tebon jagung dibedakan atas tingkat umur pemotongan yang berbeda. Makin tua tebon jagung dipotong akan semakin rendah tingkat kecernaannya, hal ini berkaitan erat dengan kandungan ligninnya yang semakin tinggi. Perbedaan produksi hijauan dan jagung pada tanaman jagung disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan produksi hijauan dan jagung

	Produksi Hijauan			Produksi Jagung	
	Tebon umur 40 hari	Tebon umur 50 hari	Total	Tongkol kering panen	Perkiraan pipil kering
Produksi (ton/ha)	5,163	13,744	18,907	6,333	3,680

Sumber: Winarti dan Sarjiman (2007)

Tanaman jagung menghasilkan limbah dengan proporsi yang bervariasi dengan proporsi terbesar adalah batang jagung (*stover*) diikuti dengan daun, tongkol dan kulit buah jagung (Umiyasih dan Wina, 2008). Hampir semua bagian tanaman jagung dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan, batang dan daun tanaman yang masih muda dapat digunakan sebagai pakan ternak serta tanaman yang telah dipanen dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pakan atau pupuk organik. Limbah tanaman jagung sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pakan, tetapi hanya untuk ternak ruminansia karena tingginya kandungan serat. Peningkatan produksi jagung akan diikuti oleh peningkatan limbah atau biomas (tongkol, batang, dan daun jagung) (Bunyamin, Efendi, dan Andayani, 2013). Saat ini telah berkembang penanaman jagung untuk pakan ternak, dimana tanaman jagung dipanen saat biji jagung masih sangat muda, sehingga kandungan gizi tebon jagung masih sangat baik (Winarti dan Sarjiman, 2007). Kandungan nutrisi tebon jagung pada umur 40 dan 50 hari disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan nutrisi tebon jagung umur 40 dan 50 hari

Umur tanaman	Bahan kering	Kandungan nutrisi berdasarkan bahan kering				
	(%)	Protein (%)	Lemak (%)	Serat (%)	Abu (%)	BETN (%)
40 hari	10,19	15,31	1,40	10,8	11,85	70,36
50 hari	18,03	12,06	0,85	22,9	8,30	55,89

Sumber: Winarti dan Sarjiman (2007)

Klasifikasi

Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)

Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)

Kelas : *Liliopsida* (berkeping satu / monokotil)

Sub Kelas : *Commelinidae*

Ordo : *Poales*

Famili : *Poaceae* (suku rumput-rumputan)

Genus : *Zea*

Spesies : *Zea mays* L.

Sumber: Iriany dkk. (2007)

2.2 Rumput Gajah Mini (*Pennisetum purpureum* cv Mott)

Rumput gajah mini merupakan jenis rumput unggul yang mempunyai produktivitas dan kandungan zat gizi yang cukup tinggi serta memiliki palatabilitas yang tinggi bagi ternak ruminansia, dapat hidup di berbagai tempat, tahan lindungan, respon terhadap pemupukan, serta menghendaki tingkat kesuburan tanah yang tinggi. Rumput gajah mini tumbuh merumpun dengan perakaran serabut yang lebat dan terus menghasilkan anakan apabila dipangkas secara teratur (Sirait,

Tarigan, dan Simanihuruk, 2015). Rumput gajah mini secara umum merupakan tanaman tahunan yang berdiri tegak, mempunyai akar yang dalam dengan rimpang yang pendek. Tinggi batang dapat mencapai 2 – 3 m, dengan diameter batang dapat mencapai lebih dari 3 cm dan terdiri sampai 20 ruas/buku. Tumbuh berbentuk rumpun dengan lebar rumpun hingga 1 m. Helai daun bergaris dengan dasar yang lebar dan ujungnya runcing (Nei and Li, 1979 disitasi oleh Syamsuddin, 2016).

Klasifikasi

Regnum : *Plantae* (Tumbuhan)
Super Divisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Liliopsida*
Sub Kelas : *Commelinidae*
Ordo : *Poales*
Famili : *Poaceae*
Genus : *Pennisetum*
Spesies : *Pennisetum purpureum* cv Mott

Sumber: Rukmana (2005)

Keunggulan rumput gajah mini antara lain tahan kekeringan, hanya bisa dipropagasi melalui metode vegetatif, zat gizi yang cukup tinggi, dan memiliki palatabilitas yang tinggi bagi ternak ruminansia (Lasamadi, Malalantang, Rustandi dan Anis, 2013). Keunggulan rumput gajah mini yaitu batang relatif pendek dan empuk, pertumbuhannya relatif cepat, daun lembut dan tidak berbulu, mampu beradaptasi dengan kondisi lahan, tidak memerlukan perawatan khusus, dalam satu rumpun terdapat 50 – 80 batang dan sangat disukai ternak ruminansia dibandingkan rumput lainnya

(Widodo, 2015). Kandungan nutrisi rumput gajah mini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan nutrisi rumput gajah mini

Kandungan	Persentase (%)
BK	13,55
BO	85,55
Abu	14,45
PK	13,94
Kecernaan BK	63,98
Kecernaan BO	67,09
Kecernaan PK	57,48

Sumber: Sirait (2017)

Rumput gajah mini yang tumbuh diantara spesiesnya menghasilkan bahan kering yang dapat dicerna dalam jumlah yang besar setiap hektar dan juga untuk menaikkan pertambahan bobot badan setiap ternak dan setiap area (Kozloski, Perottoni, Ciocca, Rocha, Raiser and Sanchez, 2003). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Lasamadi dkk. (2013) menunjukkan bahwa rumput gajah mini tanpa pemberian pupuk yang dipanen pada umur 42 hari berpengaruh pada tinggi tanaman yaitu 108,2 cm, lingkaran batang 3,62 cm, panjang daun 50,2 cm, lebar daun 2,62 cm, dan jumlah anakan 21,4 buah. Rumput gajah mini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rumput gajah mini
(Dokumentasi pribadi)

2.3 Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

Rumput gajah adalah hijauan makanan ternak tropik yang mudah dikembangkan, produksinya tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai makanan ternak ruminansia (Adijaya dkk., 2007 disitasi dari Muhakka, Napoleon dan Rosa, 2012). Rumput gajah merupakan tanaman pakan ternak yang sangat responsif terhadap pemupukan berat yaitu pada dosis 40 ton pupuk kandang/ha/th, 800 kg urea/ha/th, 200 kg KCl/ha/th dan 200 kg TSP/ha/th (Lugiyo dan Sumarto, 2000 disitasi dari Seseray, Santoso, dan Lekitoo, 2013). Kandungan rumput gajah terdiri dari 17,02% bahan kering, 81,22% bahan organik, 10,78% protein kasar, dan 3,12% lemak kasar (Marjuki, 2008). Karakteristik morfologi rumput gajah adalah tumbuh tegak lurus dengan rimpang yang pendek, berakar dalam, berbatang tebal dan keras dengan tinggi batang mencapai 7 m dengan diameter 3 cm, mencapai 20 ruas/buku, tumbuhan berbentuk rumpun dengan lebar 1 m, helai daun bergaris dengan dasar yang lebar dan ujungnya runcing, dan berbunga seperti es lilin

(Mannetje dan Jones, 2000). Kandungan nutrisi rumput gajah disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis proksimat rumput gajah berdasarkan bahan kering

Kandungan	Produksi (%)
KA	87,12
Abu	11,03
PK	15,37
SK	30,20
LK	3,18
BK	12,88
BETN	40,22
TDN	58,31

Sumber: Novianti, Purwanto, dan Atabany (2014)

Rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dan setaria (*Setaria splendida* Stapf) merupakan tanaman pakan ternak yang baik untuk memenuhi kebutuhan pakan hijauan ternak ruminansia (McIlroy, 1976 disitasi dari Nuriyasa, Candraasih, Trisnadewi, Puspani, dan Wirawan, 2012). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas hijauan antara lain adalah kepadatan tanaman, waktu pemotongan pertama, tinggi pemotongan dan frekuensi pemotongan. Umur tanaman pada saat pemotongan sangat berpengaruh terhadap kandungan gizi. Umumnya makin tua umur tanaman pada saat pemotongan makin berkurang kadar protein dan sebaliknya kadar serat kasar makin tinggi (Prasetyo, 2006).

Klasifikasi

Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)
Sub Kingdom : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi : *Spermatophyta* (Menghasilkan biji)
Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)
Kelas : *Liliopsida* (Berkeping satu/monokotil)
Sub Kelas : *Commelinidae*
Ordo : *Poales*
Famili : *Poaceae* (Rumput-rumputan)
Genus : *Pennisetum*
Spesies : *Pennisetum purpureum*

Sumber: Anonim (2017)

Rumput gajah sebaiknya dipanen pada umur 50 – 60 hari setelah tanam, dan dipotong selanjutnya setiap 49 hari sekali pada musim hujan dan 60 hari sekali pada musim kemarau, selanjutnya segera dilakukan pemupukan setelah dipotong. Agroklimat tanaman rumput gajah yang tidak sesuai dengan ketinggian 0 – 3.000 mdpl tidak tahan terhadap genangan dan kekeringan serta curah hujan 1.000 – 250 mm/th (Balitbangtan, 1996 disitasi dari Prasetyo, 2006). Rumput gajah disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rumput gajah
(Dokumentasi pribadi)

2.4 Konsentrat

Konsentrat merupakan bahan pakan yang kaya akan zat-zat makanan terutama protein dan energi, memiliki kadar serat kasar rendah sehingga kecernaannya dalam saluran pencernaan cukup tinggi (Orskov and McDonald, 1979). Sifat konsentrat yang mudah dicerna dan berkadar pati tinggi akan memacu pertumbuhan mikroba rumen, konsentrasi mikroba rumen yang meningkat akan mempermudah fermentasi dalam rumen sehingga tingkat kecernaan bahan organik yang dimakan akan lebih baik (Iswoyo dan Widiyaningrum, 2008). Kandungan nutrisi konsentrat dalam ransum disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis proksimat konsentrat yang digunakan pada ransum dengan komposisi 40% konsentrat : 60% hijauan

Kandungan	Produksi (%)
KA	22,12
Abu	11,83
PK	10,35
SK	13,05
LK	5,48
BK	77,79
BETN	59,30
TDN	46,14

Sumber: Novianti, Purwanto, dan Atabany (2014)

Penggunaan tepung ikan hingga 10% dalam pakan konsentrat tidak menyebabkan penurunan palatabilitas, namun pada penggunaan sebanyak 15% dapat menyebabkan rendahnya palatabilitas, hal ini disebabkan karena tepung ikan memiliki aroma yang tajam sehingga penggunaannya harus

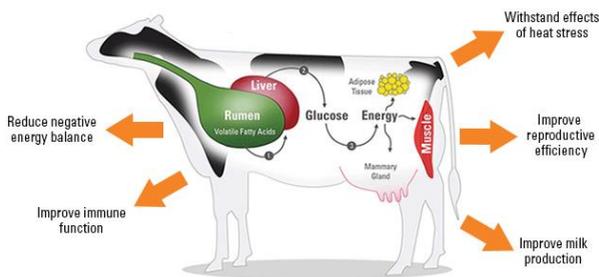
dibatasi (Marjuki, 2008). Peningkatan nilai pencernaan bahan kering diduga disebabkan oleh kandungan protein dalam ransum yang semakin tinggi dengan bertambahnya konsentrat, karena bertambahnya konsentrat dalam ransum menyebabkan kandungan karbohidrat non struktural juga akan bertambah yang akan difermentasi dengan cepat menjadi asam lemak terbang sehingga meningkatkan pencernaan bahan kering (Momot, Waani, dan Pontoh, 2014).

2.5 Proses Pencernaan Pakan

Proses pencernaan oleh ternak ruminansia dibagi menjadi tiga, yaitu secara mekanik, enzimatik, dan fermentatif. Proses mekanik terdiri dari mastikasi atau pengunyahan pakan dalam mulut dan gerakan-gerakan saluran pencernaan yang dihasilkan oleh kontraksi otot, sedangkan pencernaan secara enzimatik dilakukan oleh enzim yang dihasilkan oleh sel-sel dalam tubuh hewan yang berupa getah-getah pencernaan (Tillman, Hartadi, Reksohadiprodjo, Prawirokusumo, dan Lebdodoekojo, 1984). Ekosistem mikroba di dalam saluran pencernaan dapat menurunkan tanin terhidrolisis dan senyawa fenolik sederhana pada tanaman sampai batas yang bervariasi tergantung pada jenis senyawa fenolik dan spesies mikroba untuk melawan efek anti nutrisi dari tanin (Saliba, Pilo-Veloso, Rodriguez, Capanema, Saliba, Borges, Gonçalves, Borges, Jayme, and Silva, 2016).

Makanan ternak ruminansia pada dasarnya mengandung 40% selulose, hemiselulose, dan pati yang dicerna oleh mikroba dalam rumen, sedangkan 25% karbohidrat larut dalam air dan fruktan dicerna secara enzimatik (Tillman dkk., 1984). Rumen merupakan saluran pencernaan yang berfungsi utama

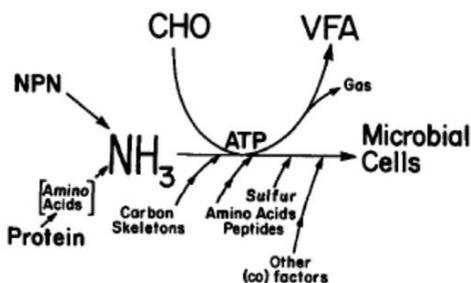
sebagai *selective barrier* yang memungkinkan penyerapan air, elektrolit, mineral, dan nutrisi juga substansi toksin, antigen, dan mikroorganisme (Pantaya, Wiryawan, Amirroenas, dan Suryahadi, 2016). Mikroba rumen menghasilkan enzim yang meluruhkan hampir seluruh ikatan kimia polisakarida pada dinding sel. Banyaknya hidrolase yang terlibat dalam pencernaan menyebabkan banyak nutrisi yang tidak tercerna dalam feses beserta sejumlah besar metana yang dihasilkan di dalam rumen dan usus besar (Videv, Krastanov, Laleva, Angelova, Oblakova, Yordanova, and Karabashev, 2017). Produksi gas metan yang tinggi dari proses pencernaan ternak ruminansia menyebabkan banyaknya sumber energi dari pakan yang terbuang, sehingga efisiensi penggunaan pakan rendah dan dapat merugikan peternak secara ekonomis (Nur, Atabany, Muladno, dan Jayanegara, 2015). Alur pemanfaatan energi pada sapi perah disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pemanfaatan energi pada sapi perah (Anonim, 2018)

Sebagian besar asam lemak pada pakan sapi perah terdiri dari 16 dan 18 karbon. Asam lemak tak jenuh menyebabkan racun bagi banyak bakteri, sehingga metabolisme lipid dalam pakan yang terjadi di dalam rumen memiliki dampak yang

besar pada profil asam lemak yang tersedia untuk penyerapan dan pemanfaatan jaringan (Lock *and* de Souza, 2016). Evaluasi sumber protein bagi hewan ruminansia diambil dari pengurangan protein dalam rumen, efisiensi protein terdegradasi yang ditangkap oleh mikroba rumen, hasil perombakan oleh mikroba rumen, daya cerna sesungguhnya dari protein yang mencapai usus halus, dan efisiensi pemanfaatan nitrogen yang diserap di usus halus (McDonald, Edwards, Greenhalgh, Morgan, Sinclair, *and* Wilkinson, 2010). Karbohidrat maupun protein yang tersedia dalam bahan pakan berperan besar dalam proses fermentasi oleh mikroba rumen karena karbohidrat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan sumber kerangka karbon, sedangkan protein dimanfaatkan sebagai sumber N untuk sintesis mikroba rumen (Novianti, Purwanto, dan Atabany, 2014). Pembentukan sel mikroba disajikan pada Gambar 6.



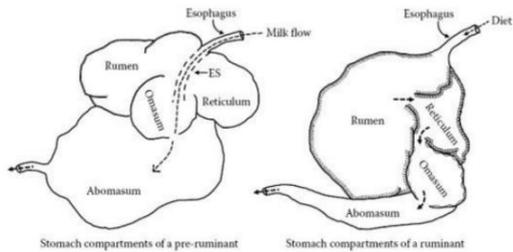
Gambar 6. Keterkaitan antara fermentasi karbohidrat (generasi ATP) dan pertumbuhan sel mikroba di dalam rumen (Bergen *and* Yokoyama, 1977)

Konsentrat yang diberikan dalam jumlah banyak dapat menurunkan pH rumen karena secara umum biji-bijian lebih mudah dicerna di dalam rumen daripada hijauan. pH rumen dapat diperkirakan dengan cara menimbang kebutuhan NDF bersamaan dengan kandungan pati dalam biji-bijian yang dapat didegradasi di dalam rumen (Lechartier *and* Peyraud, 2010). Degradasi lignin disebabkan oleh oksigen dalam dua tahap, pertama merangsang transkripsi dari sistem enzim lignolitik dan yang kedua ketika oksidasi lignin (Saliba *et al.*, 2016). Kebutuhan energi untuk hidup pokok ternak di daerah tropis sekitar 30% lebih tinggi dibandingkan di daerah subtropis, karena kualitas pakan di daerah tropis yang pada umumnya relatif rendah menyebabkan *heat increment* yang lebih tinggi dan mengakibatkan efisiensi pakan yang lebih rendah, dimana *heat increment* adalah energi yang dikeluarkan ternak untuk proses pencernaan pakan di dalam saluran cerna (Haryanto, 2012).

Pemecahan bahan pakan maupun komponen digesta hanya dapat berlangsung secara optimal apabila jenis, jumlah, dan aktivitas mikroba berperan dalam keadaan optimal. Mikroba rumen dapat tumbuh dan berkembang apabila ketersediaan nutrien dan bahan dasar (prekursor) dalam keadaan seimbang dan memadai, disamping kondisi rumen (pH dan suhu) yang sesuai dengan substrat dan kebutuhan mikroba pencernanya (Suwandiyastuti dan Rimbawanto, 2015). Pakan konsentrat dengan kecepatan degradasi yang tinggi di dalam rumen menyebabkan intensifnya fermentasi di dalam rumen, peningkatan produksi VFA, dan penurunan pH cairan rumen yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan jenis bakteri selulolitik (degradasi serat dalam rumen menjadi berkurang). pH cairan rumen yang menurun

berpengaruh dalam merangsang pertumbuhan jenis bakteri amilolitik (menghasilkan asam propionat dan asam laktat), sehingga bagian serat yang tidak terdegradasi dalam rumen membuat kapasitas rumen menjadi lebih terbatas dalam mengkonsumsi pakan (Agus, 1997).

Retikulum muncul sebagai struktur berbentuk bulan sabit dengan kontur yang halus dan terletak tepat berdekatan dengan diafragma. Rumen dan retikulum memegang peranan penting dalam saluran pencernaan ruminansia, proses fermentasi pakan terjadi di dalam rumen dan siklus utama pergerakan rumen selalu dimulai dengan kontraksi retikulum (Braun *and* Jacquat, 2011). Ukuran volume rumen dan retikulum dapat mencapai 75% dari seluruh volume organ pencernaan (Van Soest, 1982). Rumen dan abomasum secara berturut-turut mewakili 25% dan 60% dari total massa lambung ketika baru lahir dan meningkat seiring bertambahnya usia (Wu, 2017). Aktivitas pemanfaatan makanan oleh mikroba rumen dicerminkan bahwa hanya tinggal 30% yang masuk ke abomasum, sehingga 70% telah dirubah oleh mikroba tersebut menjadi senyawa yang larut dan diabsorpsi tubuh (Tillman dkk., 1984). Perbedaan lambung pada ternak pra-ruminansia dan ruminansia disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbedaan lambung pada ternak pra-ruminansia dan ruminansia (Braun *and* Jacquat, 2011)

Usus halus pada mamalia terdiri dari duodenum, jejunum, dan ileum. Jejunum dan ileum secara berturut-turut merupakan 40% dan 60% dari panjang usus halus di bawah duodenum (Madara, 1991 disitasi dari Wu, 2017). Meskipun jaringan usus halus hanya terdiri atas 30% dari massa total saluran pencernaan, usus halus memiliki tingkat sintesis fraksional yang lebih tinggi dan karenanya menyumbang 0,42 – 0,50 sintesis protein pada saluran pencernaan (Lobley, Shen, Le, Bremmer, Milne, Calder, Anderson, *and* Dennison, 2003). Fungsi usus halus adalah menyerap nutrisi, kenaikan bobot usus halus disebabkan oleh pertumbuhan usus yang dirangsang oleh serat kasar hijauan yang dikonsumsi (Purbowati, Rianto, Dilaga, Lestari, dan Adiwiniarti, 2014). Komponen dari fraksi karbohidrat tidak berserat dicerna dengan cepat oleh mikroba rumen, sedangkan yang lain (pati, gula, dan fruktan) dapat dicerna oleh enzim pada usus halus (Santos, 2017). Lumen pada usus halus mengandung lapisan difusi berair (diketahui sebagai lapisan air yang tidak terstruktur) yang berdekatan dengan membran mukosa usus. Lapisan air yang tidak terstruktur

tersebut menyebabkan efisiensi dalam penyerapan nutrisi (Beitz, 1993 disitasi dari Wu, 2017).

Bagian-bagian yang mencakup usus besar yaitu sekum, kolon proksimal, kumpan sentripetal dan sentrifugal kolon spiral, kolon distal, dan rektum (McDonald and Warner, 1975). Ketika ruminansia diberi hijauan berupa hay, rumput kering atau rumput segar, hanya sejumlah sisa gula terlarut yang dapat terdeteksi dalam digesta yang memasuki sekum. Ketika pakan terdiri dari jagung mentah dengan proporsi tinggi, sejumlah pati lolos dari fermentasi rumen, sementara sebagian besar dicerna di usus halus. Sapi terbukti dapat mencerna pati yang mudah tercerna hingga 15% di dalam usus besar (Karr, Little, and Mitchell, 1966 disitasi dari McDonald and Warner, 1975).

2.6 Kecernaan *In Vitro*

Kecernaan bahan pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain komposisi kimia bahan pakan, jumlah pakan yang dikonsumsi ternak, frekuensi pemberian pakan, bentuk fisik pakan, jenis pakan, umur tanaman, temperatur lingkungan, spesies, umur ternak, keragaman antara individu ternak dan aktivitas mikroba (Nasriya, Tuturoong, Kaunang, Malalantang dan Tindakan, 2016). Pengukuran kecernaan *in vitro* merupakan penentuan kecernaan pakan yang dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan tabung fermentasi di laboratorium dengan meniru proses pencernaan yang terjadi di dalam tubuh ternak ruminansia (Hartutik, 2013). Pada dasarnya teknik *in vitro* meniru kondisi rumen, yang dimodifikasi dalam hal ini antara lain larutan penyangga dan media nutrisi, bejana fermentasi, pengadukan dan fase gas, suhu fermentasi, pH

optimum, sumber inokulum, kondisi anaerob, periode fermentasi, serta akhir fermentasi.

Pengukuran secara *in vitro* salah satunya bertujuan untuk mengetahui banyaknya bahan kering dan bahan organik yang terdegradasi ke dalam rumen. Korelasi meningkat secara signifikan antara produksi gas dan substrat yang terdegradasi secara *in vitro*. Koefisien regresi menunjukkan bahwa 1 mg substrat yang terdegradasi menghasilkan 0,4 ml gas (Blümmel, Steingäß and Becker, 1997). Kelebihan dari teknik *in vitro* dibandingkan teknik *in vivo* adalah 1) lebih efektif, efisien dan mudah, 2) biaya dan waktu yang dibutuhkan lebih sedikit, 3) memungkinkan mengontrol kondisi fermentasi sesuai dengan kebutuhan, 4) volume sampel yang dibutuhkan sedikit, sangat cocok digunakan untuk evaluasi pakan yang banyak ragamnya, 5) tidak membutuhkan banyak tenaga kerja, 6) dan mudah untuk diulang (Kurniawati, 2007).

Peningkatan penggunaan pupuk S ternyata menghasilkan nilai pencernaan *in vitro* BK dan BO dengan kecenderungan semakin menurun. Di sisi lain, penambahan unsur S memberikan pengaruh positif pada pencernaan ternak ruminansia. Keberadaan unsur S diperlukan dalam sintesis asam amino esensial khususnya yang mengandung unsur S. Namun apabila pemberian unsur S dilakukan melalui pupuk justru akan menurunkan pencernaan pakan karena dapat mempercepat proses penebalan dinding sel dan membentuk lignin yang tahan degradasi kimia termasuk enzim pencernaan (Susanti, 2007).

Konsumsi pakan yang rendah akan meningkatkan pencernaan karena konsumsi ransum dan tingkat degradasi bahan pakan yang rendah berakibat pada rendahnya laju partikel pakan meninggalkan rumen, sehingga kesempatan

mikroba rumen dalam mencerna pakan akan lebih lama (Nuswantara, Soejono, Utomo, dan Widyobroto, 2005). Kandungan mikroorganisme dalam rumen berperan dalam proses fermentasi hijauan pakan disamping enzim-enzim pencernaan yang terkandung didalamnya. Keragaman dapat terjadi secara teknis selama proses pelaksanaan pengukuran diantaranya disebabkan sebagian serat sampel tidak ikut serta dalam proses fermentasi, karena terdapat serat yang melekat pada dinding erlenmeyer dan tidak terendam dalam campuran rumen (Abdurachman, Askar dan Heliati, 2005). Semakin lama waktu inkubasi bahan pakan maka persentase kehilangan bahan pakan yang dihasilkan semakin meningkat. Hal tersebut menunjukkan bahwa mikroba rumen mendegradasi bahan pakan lebih cepat pada interval waktu yang telah ditentukan (Nisa, Achmadi dan Wahyono, 2017).

Tinggi rendahnya penurunan kandungan serat kasar erat kaitannya dengan komponen penyusun serat kasar terutama kandungan lignin. Tingginya kandungan lignin akan mengakibatkan sulitnya mikroorganisme (bakteri) mendegradasi bahan, sehingga perubahan penurunan serat kasar menjadi rendah (Simbolon, Pujaningsih, dan Mukodiningsih, 2016). Bahan pakan dengan kandungan serat yang semakin tinggi, maka akan semakin rendah daya cernanya. Komponen penyusun bahan berserat tersebut mengandung lignin, sehingga semakin tinggi kandungan serat dalam bahan pakan, kandungan lignin juga meningkat. Disamping itu, rendahnya kandungan nutrisi dalam ransum terutama kandungan PK mengakibatkan kurang kemampuan mikroba rumen bekerja secara optimal sehingga proses fermentasi tidak optimal (Prasetyo, Hadi, dan Widiyastuti, 2013). Kecernaan hijauan pakan dapat ditentukan melalui percobaan *in vitro* atau

melalui rumen buatan dengan tidak melibatkan ternak secara langsung. Nilai KcBK mampu menunjukkan kualitas pakan dan besarnya kemampuan ternak dalam memanfaatkan suatu jenis pakan. Bahan organik merupakan komponen dari bahan kering sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya KcBK akan mempengaruhi tinggi rendahnya KcBO dalam suatu pakan (Setiyaningsih, Christiyanto, dan Sutarno, 2012).

Nilai pencernaan bahan kering pada sampel yang terdiri dari rumput raja dan tebon jagung dengan persentase pemberian 25% – 100% berkisar antara 56,27% – 59,48%, peningkatan nilai pencernaan disebabkan oleh peningkatan proporsi tebon jagung dalam pakan percobaan, karena tebon jagung memiliki BETN sebagai sumber energi, dimana sumber energi ini tergolong mudah tercerna *Readily Available Carbohydrate* (RAC) yang dibutuhkan sebagai kerangka karbon untuk pertumbuhan mikroba yang maksimal (Nasriya dkk., 2016). Nilai KcBK rumput gajah yang berumur 45 hari dengan menggunakan cairan rumen sapi berkisar $60,19 \pm 5,86\%$, hal tersebut menunjukkan bahwa keragaman nilai KcBK cukup besar (>5%) yang disebabkan oleh kandungan mikroorganisme dalam rumen sangat beragam yang berperan dalam proses fermentasi hijauan pakan (Abdurachman, Askar, dan Heliati, 2005). Ukuran potongan rumput gajah (5, 10, dan 15 cm) tidak berpengaruh nyata terhadap pencernaan bahan kering maupun bahan organik, hal ini disebabkan oleh ukuran potongan rumput gajah memiliki tingkat palatabilitas yang sama yang merupakan satu jenis pakan yang sama (Novianti, Puwanto, dan Atabany, 2014).

2.7 Produksi Gas *In Vitro*

Produksi gas merupakan suatu pencerminan dari jumlah substrat yang terfermentasi. Pengukuran produksi gas secara periodik selama 96 jam dilakukan untuk mengetahui seberapa besar gas yang dihasilkan pada waktu-waktu tertentu. Produksi gas yang dihasilkan pada dasarnya merupakan refleksi dari banyaknya energi yang dihasilkan dari proses fermentasi. Tingginya produksi gas pada daun tanaman seiring dengan meningkatnya kandungan bahan organik (Susanti dan Marhaeniyanto, 2014). Bahan organik yang difermentasi tidak selalu menghasilkan gas, karena jika hasil fermentasi digunakan untuk sintesis protein mikroba maka produksi gas akan berkurang (Makkar, Blümmel, and Becker, 1995). Metode produksi gas *in vitro* dapat digunakan untuk mengukur dan memprediksi nilai kecernakan bahan pakan, pengaruh bahan pakan terhadap fermentasi di dalam rumen, dan pengaruh bahan pakan terhadap pertumbuhan mikroba rumen (Kurniawati, 2007).

Produksi gas metana merupakan indikasi hilangnya sebagian energi ternak sehingga tidak dapat dimanfaatkan untuk proses produksi. Sekitar 6 – 10% dari energi bruto pakan yang dikonsumsi ternak ruminansia hilang sebagai metana. Berdasarkan hal tersebut maka pengembangan strategi pemberian pakan yang dapat mereduksi emisi metana ternak ruminansia akan bermanfaat baik jangka panjang dalam mengurangi laju akumulasi gas rumah kaca, maupun jangka pendek dalam mengurangi kehilangan energi pada ternak (Jayanegara, Sofyan, Makkar dan Becker, 2009). Produksi gas metana sangat erat kaitannya dengan produksi gas CO₂ dan dua jenis asam lemak terbang yaitu asam asetat dan asam butirrat. Bakteri metanogen secara intensif akan menggunakan H₂ yang

diperoleh dari asam format serta dari asam asetat dan butirrat dalam pembentukan gas metana, sedangkan asam propionat adalah satu-satunya asam lemak terbang yang tidak ada kaitannya dengan produksi gas metana. Gas CO₂ dihasilkan pada saat produksi asam asetat, sehingga pakan yang banyak menghasilkan asam asetat akan menghasilkan banyak CO₂ (Widiawati, Winugroho, dan Mahyuddin, 2010).

Pemberian pakan berkualitas rendah akan menurunkan nilai pencernaan dalam rumen. Tingkat pencernaan pada ruminansia dipengaruhi oleh populasi mikroba di dalam rumen. Perhitungan mikroba rumen yang ada dalam fase cair dibedakan menjadi tiga populasi yang berbeda, yaitu organisme dalam cairan rumen, mikroba yang ikut bersama partikel pakan, dan bakteri yang ikut dalam epitelium rumen (Ørskov, 1982). Komponen pakan yang utama yaitu serat dan protein pakan berpengaruh terhadap produksi gas yang dihasilkan selama proses fermentasi, produksi gas meningkat seiring dengan meningkatnya waktu inkubasi (Puspitasari, Muladno, Atabany, dan Salundik, 2015). Puncak produksi gas akan dicapai pada inkubasi 24 jam pertama, selanjutnya akan mengalami penurunan laju produksi gas hingga inkubasi 96 jam dan akhirnya mencapai nol (Mukmin, Soetanto, Kusmartono, dan Mashudi, 2014).

Penggunaan uji produksi gas secara *in vitro* dapat berlawanan terhadap hasil mikroba maksimum dengan mendukung substrat dengan asam lemak rantai pendek berproporsi tinggi. Kerugian intrinsik dari produksi gas secara *in vitro* dapat diatasi dengan menggabungkan pengukuran gas dengan penentuan residu yang tidak terdegradasi. Penentuan substrat yang tidak terdegradasi (*true-undegraded*) menunjukkan jumlah substrat yang tersedia untuk fermentasi

dan volume gas menunjukkan proporsi substrat yang digunakan untuk asam lemak rantai pendek (Blümmel *et al.*, 1997). Volume gas juga menggambarkan fermentasi substrat menjadi VFA, dengan demikian digunakan untuk memperkirakan pencernaan rumen sebagian (Blümmel *and* Ørskov, 1993).

2.8 Produksi Susu pada Sapi Perah

Produksi susu dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas pakan yang dikonsumsi. Pakan konsentrat merupakan pakan yang diberikan untuk melengkapi kebutuhan nutrisi ternak yang pada umumnya mengandung protein lebih dari 20% dan serat kasar kurang dari 18%, sehingga peningkatan konsumsi konsentrat diikuti dengan peningkatan produksi susu (Sulistyowati, 1999). Tingginya produksi susu merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan keberhasilan manajemen pemeliharaan sapi perah. Kekurangan energi yang cukup drastis akan menurunkan produksi susu, karena sapi akan memenuhi kebutuhan hidup pokoknya terlebih dahulu sebelum kebutuhan untuk menghasilkan produksi susu dan kebutuhan reproduksi (Rochijan, Rustamadji, dan Kustono, 2014). Kapasitas produksi sapi perah dalam negeri hanya menghasilkan susu sekitar 10 liter/ekor/hari sedangkan produksi susu sapi perah di negara-negara maju (seperti negara-negara di Amerika, Eropa, dan Australia) rata-rata sekitar 30 liter/ekor/hari (Thalib dan Widiawati, 2010). Berikut produksi susu sapi perah *Friesian Holstein* di berbagai negara tropis disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Produksi susu sapi perah *Friesian Holstein* di berbagai negara tropis

Negara	Jumlah Ternak (ekor)	Periode	<i>Milk Yield/</i> Laktasi (liter)
Nigeria	87	1989 – 1993	7,044
Ghana	35	1974 – 1982	4,225
Egypt	1646	1981 – 1988	4,028
Indonesia	246 <i>farm</i>	1990	3,457

Sumber: Rijk, 1996

Pemberian hijauan yang berlebihan dapat meningkatkan serat kasar sehingga pakan sulit dicerna, sebaliknya kurangnya pemberian konsentrat akan menyebabkan kekurangan konsumsi protein yang dapat menurunkan kinerja reproduksi sapi induk sehingga kebutuhan untuk menghasilkan produksi susu tidak optimal (Anggraeni, Fitriyani, Atabany, dan Komala, 2008). Penambahan 2,5 kg pakan konsentrat yang disertai dengan frekuensi pemberian pakan 3 kali dalam sehari berdampak besar terhadap peningkatan kemampuan memproduksi sapi perah (Siregar, 2001). Konsentrat tipe pati (terdiri dari gandum, bungkil kedelai, molases, lemak hewan, jerami gandum, mineral, dan urea) cenderung memproduksi susu lebih tinggi daripada konsentrat tipe serat (terdiri dari pulp buah jeruk, pulp gula beet, bekatul gandum, bungkil kedelai, molases, lemak hewan, mineral, dan urea), demikian pula konsentrat yang degradasinya lambat dalam rumen cenderung menghasilkan susu lebih tinggi dibandingkan dengan yang degradasinya cepat (Agus, 1997).

Peningkatan produksi susu dapat diketahui dari peningkatan konsumsi pakan dalam bentuk bahan kering, karena TDN dan protein yang terkandung di dalam bahan pakan

akan disintesa menjadi zat-zat nutrisi dalam darah dan terjadi penyerapan yang dapat meningkatkan produksi susu, kadar protein, dan kadar lemak dalam susu (McDonald *et al.*, 2010). Kandungan serat kasar yang tinggi menunjukkan tingginya pencernaan serat kasar, faktor tersebut diduga disebabkan oleh adanya bakteri metanogen dalam rumen yang berperan dalam mencerna selulosa dan lignin serta mengubahnya dalam bentuk gas metan, sehingga energi dari pakan tercerna lebih banyak ke produksi gas metan dibandingkan produksi susu (Nur dkk., 2015). Kandungan BETN yang tinggi pada ransum dapat berperan dalam peningkatan produksi susu yang biasanya diikuti dengan penurunan persentase lemak susu (Ramli, Ridla, Toharmat, dan Abdullah, 2009). Adanya penambahan minyak ikan yang diproteksi dalam pakan sapi perah dapat meningkatkan produksi susu, karena meningkatkan kepadatan energi dari makanan yang dapat meningkatkan produksi susu (Pramono, Handayanta, Widayati, Putro, dan Kustono, 2016). Berikut telah disajikan rata-rata produksi susu di Kabupaten Sleman, Yogyakarta pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata produksi susu peranakan *Friesian Holstein* berdasarkan kadar protein dalam pakan yang berbeda di Kabupaten Sleman, Yogyakarta

Kadar Protein dalam Pakan (%)	Rata-rata Produksi Susu (L/ekor/hari)
15,15	11,45
13,54	12,42
12,01	12,65
12,09	9,3

Sumber: Supriadi, Winarti, dan Sancaya, 2017