

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Agroindustri Pertanian

Limbah pertanian adalah bagian utama diatas atau pucuknya yang tersisa setelah panen atau diambil hasil utamanya. Limbah pertanian umumnya mempunyai kualitas yang rendah sehingga penambahan konsentrat dalam ransum merupakan salah satu cara untuk menanggulangnya. Kendala utama pemanfaatan limbah pertanian adalah penggunaannya sebagai pupuk atau bahan bakar, lokasinya yang tersebar, teknologi penggunaannya untuk ternak, umumnya mempunyai protein yang rendah, pencernaan yang rendah dan fluktuasi panen yang sering terjadi pada tanaman pangan. Komposisi silase ransum yang digunakan untuk penelitian terdiri dari rumput gajah, kulit kakao, bungkil sawit, kulit singkong, jenjet jagung, onggok, ampas tahu, mineral, molases, dan urea.

a. Rumput gajah

Rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) adalah hijauan pakan jenis rumput unggul yang memiliki kualitas nutrisi yang tinggi dan tahan terhadap kekeringan, sehingga dapat menjadi sumber pakan pada musim kemarau. Nilai pakan rumput gajah dipengaruhi oleh perbandingan (rasio) jumlah daun terhadap batang dan umurnya. Kandungan nitrogen dari hasil panen yang diadakan secara teratur

berkisar antara 2--4% Protein Kasar (CP; Crude Protein) selalu diatas 7% untuk varietas Taiwan, semakin tua CP semakin menurun. Pada daun muda nilai ketercernaan (TDN) diperkirakan mencapai 70%, tetapi angka ini menurun cukup drastis pada usia tua hingga 55%.

b. Kulit kakao

Kulit buah kakao merupakan limbah agroindustri yang dihasilkan tanaman kakao, buah coklat yang terdiri dari 74% kulit buah, 2% plasenta dan 24% biji. Hasil analisa proksimat mengandung 22% protein dan 3--9 % lemak dengan penggunaannya oleh ternak ruminansia 30--40 %. Sebaiknya sebelum digunakan sebagai pakan ternak, limbah kulit buah kakao perlu difermentasikan terlebih dahulu untuk menurunkan kadar lignin yang sulit dicerna oleh hewan dan untuk meningkatkan kadar protein dari 6--8 % menjadi 12--15 %. Pemberian kulit buah kakao yang telah diproses pada ternak sapi dapat meningkatkan berat badan sapi sebesar 0,9 kg/hari.

c. Bungkil sawit

Bungkil inti sawit (BIS) merupakan salah satu hasil samping pengolahan inti sawit dengan kadar 45--46% dari inti sawit. BIS umumnya mengandung air kurang dari 10% dan 60% fraksi nutrisinya berupa selulosa, lemak, protein, arabinoksilan, glukoronoxilan, dan mineral. Bahan ini dapat diperoleh dengan proses kimia atau dengan cara mekanik. Walaupun BIS proteinnya rendah, tapi kualitasnya cukup baik dan serat kasarnya tinggi. Namun BIS memiliki palatabilitas yang rendah sehingga menyebabkan kurang cocok untuk ternak monogastrik dan lebih sering diberikan kepada ruminansia terutama sapi perah.

d. Kulit singkong

Singkong adalah tanaman rakyat yang telah dikenal di seluruh pelosok Indonesia. Rukaman (1997) menyatakan bahwa komponen kimia dan gizi dalam 100 g kulit singkong adalah sebagai berikut : protein 8,11 g, serat kasar 15,20 g, pektin 0,22 g, lemak 1,29 g, kalsium 0,63 g sedangkan komponen kimia dan gizi daging singkong dalam 100 g adalah protein 1 g, kalori 154 g, karbohidrat 36,8 g, lemak 0,1 g (Mahmud, *et al.*, 2009) sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar protein singkong lebih rendah dibanding kulit singkong. Turyoni (2005), menyatakan bahwa kandungan karbohidrat kulit singkong segar blender adalah 4,55%, sehingga memungkinkan digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dalam proses fermentasi.

e. Jenjet jagung/tumpi jagung

Tumpi jagung merupakan limbah agroindustri perontokan jagung pipilan. Ketersediaannya cukup kontinyu dan terkadang menimbulkan masalah dalam pembuangan atau penyimpanannya, terutama pada saat berlangsungnya panen raya jagung. Tumpi jagung bersifat amba (bulky) dan belum dimanfaatkan secara optimal untuk pakan ternak.

f. Onggok

Onggok adalah pakan sumber energi yang berasal dari sisa pengolahan singkong menjadi tepung tapioka. Permasalahan utama yang ada pada onggok adalah karena onggok memiliki kandungan protein yang rendah sekitar < 15 % dan memiliki kandungan serat kasar yang tinggi. Salah satu solusi untuk meningkatkan kualitas dari onggok tersebut adalah dengan fermentasi.

g. Ampas tahu

Ampas tahu merupakan limbah padat yang diperoleh dari proses pembuatan tahu dari kedelai. Dilihat dari komposisi kimianya ampas tahu dapat digunakan sebagai sumber protein. Kandungan protein dan lemak pada ampas tahu cukup tinggi. Adapun kandungan ampas tahu antara lain protein 8,66%, lemak 3,79%, air 51,63% dan abu 1,21%, maka sangat memungkinkan ampas tahu dapat diolah menjadi bahan makanan ternak (Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur, 2011).

h. Mineral

Mineral adalah suatu bahan atau zat yang homogen mempunyai komposisi kimia tertentu atau dalam batas-batas dan mempunyai sifat-sifat tetap, dibentuk di alam dan bukan hasil suatu kehidupan (Potter dan Robinson, 1977).

i. Molases

Pond *et al.*, (1995) yang menyatakan bahwa molasses adalah limbah utama industri pemurnian gula. Molases merupakan sumber energi yang esensial dengan kandungan gula didalamnya. Molases memiliki kandungan protein kasar 3,1 %; serat kasar 0,6 %, BETN 83,5 %, lemak kasar 0,9 %, dan abu 11,9 %.

j. Urea

Urea adalah suatu senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen dengan rumus CON_2H_4 atau $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Urea juga dikenal dengan nama *carbamide* yang terutama digunakan di kawasan Eropa. Nama lain yang juga sering dipakai adalah *carbamide resin*, *isourea*, *carbonyl diamide* dan *carbonyldiamine*. Senyawa ini adalah senyawa organik sintesis pertama yang berhasil dibuat dari senyawa anorganik.

B. Fermentasi

Fermentasi adalah peruraian senyawa organik menjadi senyawa sederhana dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan energi (Fardiaz, 1987).

Fermentasi merupakan proses pengolahan bahan organik menjadi bentuk lain yang lebih berguna dengan bantuan mikroorganisme secara terkontrol.

Mikroorganisme yang terlibat diantaranya adalah bakteri, protozoa, jamur atau kapang atau fungi, dan ragi atau yeast.

Silase merupakan makanan ternak yang sengaja disimpan dan diawetkan dengan proses fermentasi di dalam silo. Fermentasi tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan bahan pakan yang masih bermutu tinggi serta tahan lama (Hanafi, 2006). Karena pasokan bahan pakan untuk ternak pada saat musim kemarau berkurang, silase menjadi pakan alternatif terbaik untuk diterapkan.

Ensilasi adalah metode pengawetan hijauan berdasarkan pada proses fermentasi asam laktat yang terjadi secara alami dalam kondisi anaerobik. Selama berlangsungnya proses ensilasi, beberapa bakteri mampu memecah selulosa dan hemiselulosa menjadi berbagai macam gula sederhana. Sedangkan bakteri lain memecah gula sederhana tersebut menjadi produk akhir yang lebih kecil (asam asetat, laktat dan butirat). Produk akhir yang paling diharapkan dari proses ensilasi adalah asam asetat dan asam laktat. Produksi asam selama berlangsungnya proses fermentasi akan menurunkan pH pada material hijauan sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain yang tidak diinginkan. Menurut Merry *et al.*, (1997), proses ensilasi dalam silo/fermentor kedap udara terbagi dalam 4 tahap, yaitu :

Tahap I – Fase aerobik.

Tahap ini pada umumnya hanya memerlukan waktu beberapa jam saja, fase aerobik terjadi karena keberadaan oksigen di sela-sela partikel tanaman. Jumlah oksigen yang ada akan berkurang seiring dengan terjadinya proses respirasi pada material tanaman serta pertumbuhan mikroorganisme aerobik dan fakultatif aerobik, seperti khamir dan enterobakteria. Selanjutnya, enzim pada tanaman seperti *protease* dan *carbohydrase* akan teraktivasi, sehingga kondisi pH pada tumpukan hijauan segar tetap dalam batas normal (pH 6,5--6,0).

Tahap II – Fase fermentasi.

Tahap ini dimulai ketika kondisi pada tumpukan silase menjadi anaerobik, kondisi tersebut akan berlanjut hingga beberapa minggu, tergantung pada jenis dan kandungan hijauan yang digunakan serta kondisi proses ensilasi. Jika proses fermentasi berlangsung dengan sempurna, Bakteri Asam Laktat (BAL) akan berkembang dan menjadi dominan, pH pada material silase akan turun hingga 3,8-5,0 karena adanya produksi asam laktat dan asam-asam lainnya.

Tahap III – Fase stabil.

Tahap ini akan berlangsung selama oksigen dari luar tidak masuk ke dalam silo/fermentor. Sebagian besar jumlah mikroorganisme yang berkembang pada fase fermentasi akan berkurang secara perlahan. Beberapa jenis mikroorganisme toleran asam dapat bertahan dalam kondisi stasioner (*inactive*) pada fase ini, mikroorganisme lainnya seperti *clostridia* dan *bacilli* bertahan dengan menghasilkan spora. Hanya beberapa jenis mikroorganisme penghasil

enzim *protease* dan *carbohydrase* toleran asam serta beberapa mikroorganisme khusus, seperti *Lactobacillus buchneri* yang dapat tetap aktif pada level rendah.

Tahap IV – Fase pemanenan (*feed-out/aerobic spoilage*) .

Fase ini dimulai segera setelah silo/fermentor dibuka dan silase terekspose udara luar. Hal tersebut tidak terhindarkan, bahkan dapat dimulai terlalu awal jika penutup silase rusak sehingga terjadi kebocoran. Jika fase ini berlangsung terlalu lama, maka silase akan mengalami deteriorasi atau penurunan kualitas silase akibat terjadinya degradasi asam organik yang ada oleh khamir dan bakteri asam asetat. Proses tersebut akan menaikkan pH pada tumpukan silase dan selanjutnya akan berlangsung tahap *spoilage* ke-2 yang mengakibatkan terjadinya kenaikan suhu, dan peningkatan aktifitas mikroorganisme kontaminan, seperti *bacilli*, *moulds* dan *enterobacteria* (Honig dan Woolford, 1980).

Untuk menghindari terjadinya kegagalan dalam proses pembuatan silase, maka perlu dilakukan pengontrolan dan optimalisasi pada setiap tahapan ensilasi. Pada tahap I, dibutuhkan teknik filling material hijauan yang baik kedalam silo, sehingga dapat meminimalisir jumlah oksigen yang ada di antara partikel tanaman. Teknik pemanenan tanaman yang dikombinasikan dengan teknik filling yang baik diharapkan dapat meminimalisir hilangnya karbohidat terlarut (*water soluble carbohydrates*) akibat respirasi aerobik ketika hijauan berada di luar maupun di dalam silo, sehingga terdapat lebih banyak gula sederhana yang tersisa untuk proses fermentasi asam laktat pada tahap II. Proses ensilasi tidak dapat dikontrol secara aktif ketika telah masuk pada tahap II dan III. Pada tahap IV, diperlukan silo/fermentor yang benar-benar kedap udara untuk meminimalisir

kontaminasi aerobik selama penyimpanan. Segera setelah silo/fermentor dibuka, silase harus diberikan kepada ternak hingga habis. Karakteristik silase yang baik menurut Cullison (1975) dan Utomo (1999) yakni:

1. warna silase, silase yang baik umumnya berwarna hijau kekuningan atau kecoklatan, sedangkan warna yang kurang baik adalah coklat tua atau kehitaman;
2. bau, sebaiknya bau silase agak asam atau tidak tajam, bebas dari bau manis, bau ammonia, dan bau H₂S;
3. tekstur, kelihatan tetap dan masih jelas. tidak menggumpal, tidak lembek, dan tidak berlendir;
4. keasaman, kualitas silase yang baik mempunyai pH 4,5 atau lebih rendah dan bebas jamur.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Silase

Kriteria	Penilaian			
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
Jamur	Tidak ada	Sedikit	Lebih banyak	Banyak
Bau	Asam	Asam	Kurang asam	Busuk
pH	3,2--4,5	4,2--4,5	4,5--4,8	> 4,8
Kadar N-NH ₃ (%)	< 10%	10--15%	< 20%	> 20%

Sumber : Departemen Pertanian (1980).

C. Starter yang Digunakan pada Fermentasi

Mikro Organisme lokal (MOL) adalah mikroorganisme yang dimanfaatkan sebagai *starter* dalam pembuatan pupuk organik padat maupun pupuk cair. Bahan utama MOL terdiri dari beberapa komponen yaitu karbohidrat, glukosa, dan

sumber mikroorganisme. Bahan dasar untuk fermentasi larutan MOL dapat berasal dari hasil pertanian, perkebunan, maupun limbah organik rumah tangga. Karbohidrat sebagai sumber nutrisi untuk mikroorganisme dapat diperoleh dari limbah organik seperti air cucian beras, singkong, gandum, rumput gajah, dan daun gamal. Sumber glukosa berasal dari cairan gula merah, gula pasir, dan air kelapa, serta sumber mikroorganisme berasal dari kulit buah yang sudah busuk, terasi, keong, nasi basi, dan urin sapi (Hadinata, 2008).

Mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang pada suatu bahan dapat menyebabkan berbagai perubahan pada fisik maupun komposisi kimia, seperti adanya perubahan warna, pembentukan endapan, kekeruhan, pembentukan gas, dan bau asam (Hidayat, 2006). Fungsi dari mikroorganisme adalah sebagai agen proses biokimia dalam pengubahan senyawa organik menjadi senyawa anorganik yang berasal dari sisa tanaman dan hewan (Budiyanto, 2002).

D. EM-4

Produk EM-4 Peternakan merupakan kultur EM dalam medium cair berwarna coklat kekuning-kuningan yang menguntungkan untuk pertumbuhan dan produksi ternak dengan ciri-ciri berbau asam manis serta mampu memperbaiki jasad renik di dalam saluran pencernaan ternak sehingga kesehatan ternak akan meningkat, tidak mudah stress dan bau kotoran akan berkurang. Pemberian EM-4 pada pakan dan minum ternak akan meningkatkan nafsu makan karena aroma asam manis yang ditimbulkan. EM-4 tidak mengandung bahan kimia sehingga aman bagi ternak.

Adapun manfaat dari penggunaan EM-4 ini adalah :

- menyeimbangkan mikroorganisme yang menguntungkan dalam perut ternak;
- memperbaiki dan meningkatkan kesehatan ternak;
- meningkatkan mutu daging ternak;
- mengurangi tingkat kematian bibit ternak;
- memperbaiki kesuburan ternak;
- mencegah bau tidak sedap pada kandang ternak;
- mengurangi stress pada ternak;
- mencegah bau tidak sedap pada kandang ternak dan kotoran ternak.

Bakteri yang terkandung di dalam EM-4 ini adalah *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomonas palustris*. *Lactobacillus casei* memiliki peranan penting dalam pencernaan. *Lactobacillus* adalah bakteri yang bisa memecah protein, karbohidrat, dan lemak dalam makanan, dan menolong penyerapan elemen penting dan nutrisi seperti mineral, asam amino, dan vitamin yang dibutuhkan manusia dan hewan untuk bertahan hidup. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Jamal dan Syamsu (2001) bahwa komposisi jerami padi yang telah difermentasi dengan menggunakan *starter* mikroba (*starbio*) sebanyak 0,6 % dari berat jerami mengalami peningkatan protein kasar dari 4,31 % menjadi 9,11 % dan diikuti dengan penurunan serat kasar dari 40,30 % menjadi 36,52 %.

E. Tempe

Tempe adalah produk fermentasi yang amat dikenal oleh masyarakat Indonesia dan mulai digemari pula oleh berbagai kelompok masyarakat barat. Tempe dapat dibuat dari berbagai bahan, tetapi yang biasa dikenal sebagai tempe oleh masyarakat pada umumnya ialah tempe yang dibuat dari kedelai. Tempe mempunyai ciri-ciri putih, tekstur kompak. Pada dasarnya cara pembuatan tempe meliputi tahapan sortasi dan pembersihan biji, hidrasi atau fermentasi asam, penghilangan kulit, perebusan, penirisan, pendinginan, inokulasi dengan ragi tempe, pengemasan, inkubasi, dan pengundukan hasil. Tahapan proses yang melibatkan tempe dalam pembuatan tempe adalah saat inokulasi atau fermentasi (Rahayu, 2003).

Inokulum tempe merupakan kumpulan spora kapang yang memegang peranan penting dalam pembuatan tempe karena dapat mempengaruhi mutu yang dihasilkan. Jenis kapang yang memegang peranan utama dalam pembuatan tempe adalah *R. oligosporus* dan *R. oryzae*, sedangkan jenis kapang lain yang juga terdapat adalah *R. stolonifer* dan *R. arrhizus* (Koswara, 1992).

Tempe busuk merupakan tempe kedelai yang telah mengalami proses fermentasi lanjut. Kandungan gizi tempe busuk tidak jauh beda dengan kandungan gizi tempe kedelai. Selain meningkatkan mutu gizi, fermentasi kedelai menjadi tempe juga mengubah aroma kedelai yang berbau langu menjadi aroma khas tempe. Tempe segar mempunyai aroma lembut seperti jamur yang berasal dari aroma miselium kapang bercampur dengan aroma lezat dari asam amino bebas dan aroma yang ditimbulkan karena penguraian lemak. Makin lama fermentasi

berlangsung, aroma yang lembut berubah menjadi tajam karena terjadi pelepasan amonia (Astawan, 2004).

Proses fermentasi tempe dapat dibedakan atas tiga fase yaitu:

- a. fase pertumbuhan cepat (0—30 jam fermentasi) terjadi kenaikan jumlah asam lemak bebas, kenaikan suhu, pertumbuhan jamur cepat, terlihat dengan terbentuknya miselia pada permukaan biji makin lama makin lebat, sehingga menunjukkan masa yang lebih kompak;
- b. fase transisi (30—50 jam fermentasi) merupakan fase optimal fermentasi tempe dan siap untuk dipasarkan. Pada fase ini terjadi penurunan suhu, jumlah asam lemak yang dibebaskan, dan pertumbuhan jamur hampir tetap atau bertambah sedikit, flavor spesifik tempe optimal, dan tekstur lebih kompak;
- c. fase pembusukan atau fermentasi lanjut (50—90 jam fermentasi) terjadi kenaikan jumlah bakteri dan jumlah asam lemak bebas, pertumbuhan jamur menurun dan pada kadar air tertentu pertumbuhan jamur terhenti, terjadi perubahan flavor karena degradasi protein lanjut sehingga terbentuk amonia.

Dalam pertumbuhannya *Rhizopus* akan menggunakan Oksigen dan menghasilkan CO₂ yang akan menghambat beberapa organisme perusak. Adanya spora dan hifa juga akan menghambat pertumbuhan kapang yang lain. Jamur tempe juga menghasilkan antibiotika yang dapat menghambat pertumbuhan banyak mikrobia (Hidayat, 2006)

F. Cairan Rumen

Cairan rumen merupakan salah satu limbah bahan organik dari Rumah Potong Hewan (RPH). Menurut Gohl (1981), bagian cair dari isi rumen kaya akan

protein, vitamin B kompleks serta mengandung enzim-enzim hasil sintesa mikroba rumen. Church (1979) juga menyatakan bahwa cairan rumen mengandung enzim alfa amilase, galaktosidase, hemiselulosa dan selulosa. Isi rumen sapi mengandung BK sekitar 12,50%, PK 11,58%, SK 24,01%, EE 3,01%, dan Ekstrak Tanpa Nitrogen (ETN) 54,68% (Utomo *et al.*, 2007). Meskipun demikian komposisi kimia isi rumen ini tergantung juga pada pakan yang diberikan.

Cairan rumen itu dapat pula dengan dimanfaatkan sebagai pakan. Akan tetapi penggunaan cairan rumen untuk pakan tidak dapat langsung diberikan karena bau yang menyengat sehingga ternak tidak mau memakannya. Selain itu karena berkadar air tinggi, cairan rumen akan cepat busuk dan nutrisi yang dikandungnya akan cepat mengalami kerusakan. Pembusukan dapat dicegah melalui metode pengawetan antara lain penjemuran atau pembuatan silase.

Pada kandungan BK dan gula terlarut yang sesuai dengan kaidah pembuatan silase, maka dalam proses pembuatan silase isi rumen yang berkadar air tinggi (87,50%) perlu ditambahkan bahan pakan yang mengandung BK dan karbohidrat mudah larut yang tinggi. Onggok kering merupakan ampas ketela pohon pada pembuatan pati. Kandungan BK onggok kering 84,41% (Utomo dan Soejono, 1990), 85,12% (Isnandar, 2011) dan BETN 88,10% (Utomo dan Soejono, 1990), 60,47% (Isnandar, 2011), sehingga dapat digunakan sebagai aditif untuk menaikkan BK dan sumber karbohidrat mudah larut pada pembuatan silase.

Menurut McDonald *et al.* (1984), selama proses fermentasi berlangsung terdapat aktivitas BAL (Bakteri Asam Laktat) yang memfermentasi karbohidrat terlarut

menjadi asam organik yang sebagian besar berupa asam laktat, sehingga pH menjadi lebih rendah dan menjadi lebih asam.

G. Kandungan Nutrisi Zat Makanan Ternak

Dalam usaha penggemukan ternak salah satu yang diperhatikan adalah kebutuhan pakan. Pakan yang diberikan haruslah yang memenuhi kebutuhan akan zat-zat gizi untuk mencapai pertambahan berat badan yang sebesar-besarnya, disamping faktor genetik dari ternak itu sendiri. Zat-zat gizi tersebut adalah protein, energi, mineral, vitamin dan air yang terdapat pada berbagai jenis bahan pakan.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan pakan ternak yaitu : bahan pakan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, ketersediaan bahan pakan terjamin dan selalu ada, terutama di sekitar lingkungan peternak, kualitas gizi bahan pakan sesuai dengan kebutuhan ternak, tidak mudah membentuk racun dan mudah tercemar, harga bahan pakan relatif tidak mahal. Kandungan zat nutrisi bahan pakan penyusun silase ransum dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan nutrisi zat bahan pakan penyusun silase ransum

KANDUNGAN ZAT MAKANAN						
BAHAN PAKAN	BK	PK	LK	SK	ABU	BETN
-----%-----						
Ampas tahu	10,39	28,75	5,96	16,29	4,47	56,62
Kulit Coklat	91,33	6,00	0,90	40,33	14,80	34,26
Rumput Gajah	20,29	6,26	2,06	32,60	9,12	49,96
Bungkil sawit	92,02	18,37	15,53	22,60	4,65	38,85
Jenjet jagung	87,38	8,65	2,38	18,61	1,23	60,52
Mineral	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tetes	82,40	3,94	0,30	0,40	11,00	84,36
UREA	100,00	261,87				
Kulit singkong	30,60	6,56	1,30	6,40	3,93	81,79
Onggok	89,12	2,72	1,35	8,71	19,29	67,94

(Sumber : Buku Ajar Pengetahuan Pakan dan Formulasi Ransum, 2014)