

TEKNOLOGI PAKAN UNTUK LIMBAH TEBU (FRAKSI SERAT) SEBAGAI PAKAN TERNAK RUMINANSIA

KUSWANDI

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002

(Makalah diterima 17 Nopember 2006 – Revisi 30 April 2007)

ABSTRAK

Melimpahnya limbah tebu yang bersamaan waktunya dengan kekurangan pakan ternak pada musim kemarau memberikan peluang untuk pengembangan ternak ruminansia di sekitar perkebunan tebu. Namun pemanfaatan limbah ini belum meluas di kalangan peternak karena penggunaannya dipandang tidak efisien dan teknologi pendayagunaannya belum dikenal luas. Limbah sumber serat dari tebu (pucuk, bagas dan *pith*) dapat digunakan sebagai komponen pakan ternak bila disertai beberapa perlakuan untuk menaikkan kecernaan dan konsumsi oleh ternak, dan/atau suplementasi dengan bahan lain untuk menyeimbangkan ketersediaan zat-zat makanan di dalam rumen maupun untuk tujuan produksi. Kecernaan dapat ditingkatkan dengan perlakuan kimia seperti amoniasi dan penggunaan alkali lain, sedangkan konsumsi dapat diperbaiki dengan perlakuan fisik, seperti mencacah, menggiling atau membentuk pelet pada limbah tersebut. Kekurangan zat-zat makanan dari limbah berserat ini dapat dilengkapi dengan penambahan urea, tetes dan mineral serta bahan pakan kaya karbohidrat, protein dan lemak yang lolos dari pencernaan di rumen dan tercerna di usus halus sehingga tersedia untuk pembentukan jaringan tubuh atau sintesis susu. Ada tiga opsi pengembangan agribisnis peternakan yang berbasis serat limbah perkebunan tebu, tetapi untuk pengembangannya dibutuhkan beberapa teknologi untuk mengoptimalkan penggunaan limbah tersebut.

Kata kunci: Limbah tebu, perlakuan, suplemen, ruminansia

ABSTRACT

FEED TECHNOLOGY OF FIBROUS SUGARCANE RESIDUES FOR RUMINANTS

Abundant sugarcane residue during shortage of roughage in dry season gives an opportunity to raise ruminants around sugarcane industries. However, these products are not widely used by farmers due to an assumption that the usage is inefficient and that the feed utilization technology is not widely recognized. Sugarcane fibrous residues (tops, bagasse and pith) may be a potential feed component if pre-treated to increase its digestion and consumption by the animal, and/or supplemented by other ingredients to balance nutrients in the rumen as well as those for production purpose. Digestibility can be increased by chemical treatments such as ammoniation and other alkaline treatments, whereas consumption can be increased by physical treatments such as grinding, hammermilling or pelleting. Nutrients that are missing in these fibrous residues can be provided by addition of urea, molasses and minerals for maintenance need, and bypass nutrients (carbohydrates, protein and fats) that are digested in the small intestine and available for tissue or milk synthesis. There are three options for development of livestock agribusiness based on fibrous sugarcane residues; however, these require several technologies to optimize the utilization of these residues.

Key words: Sugarcane fibrous residues, treatment, supplements, ruminants

PENDAHULUAN

Pengembangan ternak ruminansia di negara-negara tropis pada umumnya lebih banyak menekankan pada sistem peternakan yang tidak menimbulkan persaingan dalam penggunaan lahan dan kebutuhan pangan. Oleh karena itu, ternak ruminansia memainkan peranan yang penting karena kemampuannya mengkonversi bahan pakan yang tidak digunakan oleh ternak monogastrik, menjadi daging dan susu, serta tenaga olah tanah dan pengangkutan. Namun, kekurangan hijauan pakan yang selalu terjadi terutama di musim kemarau mengharuskan penggunaan pakan inkonvensional, seperti jerami sereal atau kacang-

kacangan dan limbah lain dari perkebunan atau industri hasil pertanian/perkebunan.

Indonesia pernah memproduksi tebu terbesar ke-5 di dunia (WAHID *et al.*, 1999) dan secara nasional areal perkebunan tebu diperluas. Perkebunan tebu di Indonesia yang hampir seluruhnya dikuasai perusahaan besar pernah mengalami penurunan areal tanam sejak tahun 2000 (388.500 ha) hingga tahun 2003 (340.300 ha), lalu diperluas kembali sampai ke luar Jawa hingga 358.000 ha pada tahun 2005 yang berhasil menaikkan produksi gula 8,17% dibandingkan dengan tahun 2003, tetapi produktivitas gula tahun 2005 (6,02 ton/ha) lebih rendah dari tahun 2004 (6,28 ton/ha) (BPS, 2006). Melimpahnya limbah perkebunan tebu dan hasil

samping industri gula terutama pada bulan-bulan Mei – Oktober, adalah bersamaan dengan musim kemarau dimana ketersediaan hijauan pakan pada umumnya sangat terbatas. Seandainya perluasan areal pengembangan tebu dilakukan dengan sistem yang ada seperti Tebu Rakyat Intensifikasi (TRI) atau bentuk lain dikaitkan dengan agribisnis peternakan ruminansia, maka industri perkebunan dapat mengatasi kendala menumpuknya limbah; sebaliknya pengembangan ternak ruminansia dapat mendasarkan usahanya pada pemanfaatan limbah tersebut sebagai pakan.

Pemanfaatan serat limbah tebu di Indonesia masih terbatas pada pucuk tebu, itupun belum secara meluas (ZULBARDI *et al.*, 1999). Salah satu keterbatasan dari serat limbah tebu dan industri gula adalah kecernaannya yang rendah (YULISTIANI *et al.*, 1999) dan daya konsumsi oleh ternak tidak sebanyak pada rumput (MUSOFIE, 1987). MUSOFIE (1987) melaporkan bahwa pucuk tebu hanya mampu dikonsumsi oleh sapi sebanyak kurang dari 1% dari bobot hidup (dalam hitungan bahan kering). Oleh karena itu, limbah perkebunan ini perlu diproses dulu sebelum diberikan pada ternak, sedangkan untuk optimasi produksi ternak, perlu suplementasi zat tertentu, dan suplementasi substrat dari bahan pakan yang akan tersedia di usus halus. Dalam tulisan ini, beberapa teknologi untuk meningkatkan mutu fraksi serat limbah hasil perkebunan tebu dan industri gula serta kemungkinan pengembangannya di Indonesia akan diuraikan.

LIMBAH PERKEBUNAN TEBU DAN INDUSTRI GULA

Hasil samping perkebunan tebu adalah pucuk tebu dan beberapa daun dari tunas di bawah permukaan batang yang dipotong, sedangkan hasil samping industri gula antara lain berupa bagas, *pith* dan tetes. Semua bagian ini potensial sebagai pakan ternak, walaupun yang lebih dikenal adalah pucuk tebu dan tetes. Hasil pengamatan di Jawa dan Bali menunjukkan

bahwa produksi pucuk tebu dapat mencapai 3,8 ton per ha panen (FAPET UGM, 1982). Selanjutnya hasil limbah industri gula tergantung produksi batang tebu dan produksi gula itu sendiri. Apabila limbah-limbah ini dimanfaatkan sebagai komponen pakan ternak, maka hal ini akan menunjang usaha pemerintah dalam pelestarian lingkungan hidup dan dalam program pengembangan ternak ruminansia menuju perbaikan gizi masyarakat. Upaya perluasan areal perkebunan tebu dan intensifikasi produksi akan meningkatkan produksi gula yang diikuti oleh meningkatnya hasil limbah.

Produksi tebu segar di beberapa negara berkisar 120 – 144 ton/ha (MONROY *et al.*, 1978; PRESTON dan LENG, 1987), sedangkan di Indonesia sekitar 115 ton/ha (MUSOFIE, 1987). Keragaman hasil gula, limbah industri gula maupun limbah tanaman tebu dipengaruhi oleh kesuburan tanah, batas pengambilan bagian batang untuk digiling, cara pengolahan, dan lain-lain. Di Indonesia, misalnya, tebu diambil pucuknya sekitar 13 – 15% (MOCHTAR dan TEDJOWAHJONO, 1985), sama dengan laporan MONROY *et al.* (1978) 14%, tetapi di luar negeri sampai 19,4 – 23% (PIGDEN, 1978; PRESTON dan LENG, 1987) dan daun lusuh pada batang 11% dari seluruh tanaman (PRESTON dan LENG, 1987). Pada kondisi pengolahan Indonesia, diperoleh bagas 30 – 35% (MOCHTAR dan TEDJOWAHJONO, 1985), sedangkan di luar negeri hanya 20% (PRESTON dan LENG, 1987). Lumpur ampas tebu (*pith*) diperkirakan 75% dari berat tebu giling (PRESTON dan LENG, 1987; GONZALEZ, 2005).

Keragaman kandungan zat-zat makanan serat limbah perkebunan tebu dan industri gula dipengaruhi umur potong, bagian yang dipotong, proses pemisahan dan pengolahan bahan utama. Pucuk tebu, kulit batang tebu dan bagas merupakan pakan basal potensial dengan kandungan serat tinggi dan pencernaan rendah (FFOULKES, 1986; YULISTIANI *et al.*, 1999), gula terlarut sedikit dan menghasilkan sedikit asam propionat ketika dicerna di dalam rumen (FFOULKES, 1986; BALCELLS dan GUADA, 2005), sebaliknya tetes berpotensi sebagai sumber energi karena tidak berserat,

Tabel 1. Perkiraan produksi gula dan limbah perkebunan tebu dan industri gula di Indonesia (ribu ton)

Uraian	Tahun				
	2001	2002	2003	2004	2005
Tebu	18.803,2	19.593,6	18.746,5	30.968,4	30.114,9
Pucuk tebu	2.838,0	2.957,2	2.829,4	3.164,7	3.075,9
Batang	15.965,3	16.636,4	15.917,1	17.803,6	17.304,0
<i>Pith</i>	12.544,1	13.071,4	12.506,3	13.988,6	14.182,7
Kulit	3.421,1	3.564,9	3.410,8	3.815,1	3.708,0
Bagas (ampas tebu)	4.105,4	4.277,9	4.093,0	4.578,1	4.449,6
Gula	1.824,6	1.901,3	1.991,6	2.216,6	2.154,4
Tetes	709,5	739,3	707,4	791,2	769,02

Sumber: Diolah menurut faktor konversi MOCHTAR dan TEDJOWAHJONO (1985); FFOULKES (1986) dari data BPS (2006)

Tabel 2. Komposisi kimia dan pencernaan limbah perkebunan tebu dan industri gula

Bahan	Bahan kering (%)	% dari bahan kering				Kecernaan <i>in vitro</i> (%)
		Protein	Serat kasar	Abu	Sulfur	
Pucuk tebu	39	4,9 – 5,5	35 – 57	5,3	0,4	39 – 60
Batang	28	2,0	29	4,6	0,2	64
<i>Pith</i>	25	1,5	24 – 45	3,1	0,2	71
Kulit	39	4,0	47 – 70	7,9	0,3	39 – 60
Bagas	50	2,7	43 – 60	2,2	0,1	33 – 40
Tetes	73 – 80	4,5	0	7,3	1,6	80

Sumber: FFOULKES (1986); PRESTON dan LENG (1987); GONZALEZ (2005); CHAJI dan NASSERIAN (2006); KARKOODI *et al.* (2006)

(Tabel 2) demikian pula ampas tebu (*pith*) bila difermentasi. Dengan pembuangan pucuk tebu yang lebih sedikit dibanding di luar negeri, diduga kandungan gula (energi tersedia) dari hasil pucuk tebu di Indonesia akan lebih sedikit.

Secara umum komponen berserat, terutama bagas dan kulit, mempunyai nilai nutrisi yang rendah karena kombinasi beberapa faktor yang kurang menguntungkan, yaitu:

1. Tingginya kandungan dinding sel, yang menyebabkan rendahnya pencernaan.
2. Rendahnya kandungan protein, sedangkan kekurangan nitrogen menghambat pertumbuhan mikroba dan fermentasi di rumen.
3. Rendahnya nutrisi tertentu, termasuk belerang (sulfur) yang dibutuhkan mikroba, sehingga pengaruh suplementasi nitrogen tidak nyata (PRESTON dan LENG, 1987; LENG, 2003; 2005). Untuk pakan dengan pencernaan bahan kering di atas 67% perlu mengandung 0,23 – 0,31% sulfur, sedangkan untuk serat limbah pertanian perlu mengandung sulfur 0,51 – 0,69% (ARC, 1980).
4. Rendahnya bahan pakan ini bila dikonsumsi karena faktor-faktor kombinasi tadi, sehingga diduga suplementasi nitrogen saja tidak berpengaruh nyata.

Pucuk tebu memiliki pencernaan serupa rumput, sedikit lebih baik dari pada pencernaan *in vitro* atau *in sacco* jerami padi (32,8 – 35,1% (THALIB *et al.*, 2000), sehingga dapat sebagai pengganti rumput Gajah pada pembesaran sapi (MA'SUM, 1978; MUSOFIE, 1985) dan sapi laktasi (WARDHANI *et al.*, 1983). Walaupun demikian, petani tebu masih ada yang membakarnya di areal perkebunan karena pengangkutan dan pemanfaatannya dipandang tidak ekonomis, apalagi tidak tahu cara memproses atau memperkaya gizinya sebagai pakan ternak.

Bagas yang berupa limbah hasil penggilingan tebu dan ekstraksi sirup, saat ini masih potensial sebagai bahan bakar yang cukup ekonomis di industri gula. Penggunaan bagas untuk pakan belum dianjurkan

karena rendahnya pencernaan, dan kandungan protein (2,7%), serupa sekam padi (sekitar 2,5% protein), dan walaupun ditambah nutrisi esensial pun kenaikan konsumsinya rendah sekali sehingga tidak menunjang untuk kebutuhan hidup pokok (PRESTON dan LENG, 1987; INIGUEZ-COVARRUBIAS *et al.*, 2001).

Lumpur ampas tebu (*pith*) dipisahkan dari serat ampas tebu yang diolah menjadi pulp pada proses pembuatan kertas. Dari kandungan gizinya, bahan ini potensial sebagai pakan ternak, pengikat tetes dalam pakan ternak (PATURAU, 1982) dan pengganti onggok dalam pakan sapi yang mendapat suplemen (WARDHANI *et al.*, 1984), namun sebagai pakan basal tidak sebaik pucuk tebu walaupun kandungan gula terlarut dan pencernaannya lebih tinggi. Hal ini karena kandungan nitrogen dan palatabilitas sangat rendah sehingga tidak banyak dikonsumsi.

PEMANFAATAN FRAKSI SERAT LIMBAH TEBU DAN INDUSTRI GULA

Langsung ke dalam ransum

Pucuk tebu

Pucuk tebu dapat dimanfaatkan untuk pakan sapi dan kerbau. FERREIRO dan PRESTON *et al.* (1976) dalam mengemukakan sapi dengan batang tebu cacahan tanpa batas, menghasilkan pertambahan bobot hidup 0,7 kg/hari. Mungkin karena batang tebu mengandung banyak energi dari gula yang dikandungnya. Angka yang sama dicapai pada pemberian pucuk tebu yang ditambah urea dan 1 kg katul/hari, tetapi konsumsi pakan meningkat, sehingga efisiensinya sedikit berkurang. Dalam hal ini banyaknya urea yang ditambahkan tidak disebutkan.

Adanya pucuk tebu yang berlimpah di musim kemarau diharapkan dapat mengurangi ketergantungan ternak akan rumput yang sangat tidak mencukupi. Hal ini memungkinkan karena mutu pucuk tebu tidak kalah dengan rumput Gajah. MUSOFIE dan WARDHANI (1985)

membandingkan pakan basal rumput Gajah dan pucuk tebu yang diberikan secara *ad libitum*. Penambahan 1 kg konsentrat/ekor/hari meningkatkan bobot hidup serupa (0,3 vs 0,2 kg/hari) pada pedet lepas sapih, demikian juga dengan konsentrat sebanyak 1,5% dari bobot hidup pada sapi muda (0,41 vs 0,48 kg/hari), sedangkan pada sapi laktasi produksi susu serupa pula (5,76 vs 5,73 l/hari) bila konsentrat dikonsumsi sebanyak $\pm$ 5 kg bahan kering. Dengan penambahan 1 kg katul dan urea (3% dari bahan kering pakan), sapi Zebu yang diberi cacahan pucuk tebu dapat mencapai pertambahan bobot hidup sebanyak 0,7 kg/hari (PRESTON dan LENG, 1987), sebagaimana yang dicapai dengan penambahan konsentrat (14% protein) sebanyak 1,5% dari bobot hidup (MUSOFIE *et al.*, 1987a). Keistimewaan katul ini adalah kandungan lemak dan *bypass protein* yang cukup tinggi, dan hampir semua pati yang terkandung di dalam katul tidak dicerna dalam rumen, sebaliknya pati yang dikandung oleh ubi kayu cepat difermentasi (PRESTON dan LENG, 1987). Efisiensi akibat pemberian katul dan urea ini menunjukkan perlunya mencukupi kekurangan nitrogen (di rumen dan di usus) dan lemak (di usus) bila pucuk tebu dijadikan pakan basal.

Bagas

Sangat sedikit laporan manfaat bagas untuk pakan ternak tanpa diadakan praperlakuan (misalnya MEDEIROS dan MACHADO, 1993a; 1993b). O'DONOVAN (1978) berspekulasi bahwa bahan ini masih memungkinkan dijadikan bagian dari pakan basal dengan level sedang (kurang dari 30%), sebagaimana sekam padi yang nilai gizinya mirip (KUSWANDI, 2000), bila dilengkapi pakan sumber protein dan energi seperti tetes. Diduga bahan ini lebih cocok sebagai *filler* dalam pelet.

Gambaran ini mengindikasikan bahwa bagas tidak dapat dijadikan komponen utama dalam ransum, sedangkan bahan lain yang lebih bergizi harus lebih banyak porsinya. Disamping itu pakan basal perlu ditunjang dengan pengubahan bentuk penyajian dan perlindungan nutrisi utama dari pencernaan di rumen kalau pakan sumber serat seperti bagas ini hendak dimasukkan dalam komponen pakan.

Lumpur ampas tebu (*pith*)

Sapi tidak akan tumbuh normal hanya dengan pemberian lumpur ampas tebu, walaupun mengandung banyak gula (PRESTON dan LENG, 1987). Diduga pertambahan bobot hidup yang tinggi dapat dicapai pada sapi yang diberi lumpur ampas tebu dan cacahan pucuk tebu, asal ditambah konsentrat mengandung bungkil (hasil samping pembuatan minyak) dalam

jumlah banyak dan senyawa nitrogen mudah dicerna seperti urea (PRESTON *et al.*, 1976) atau yang lambat dicerna seperti daun legum (INIGUEZ-COVARRUBIAS *et al.*, 2001), atau kombinasinya. Dengan pencernaan (*in vitro*) yang lebih baik daripada pucuk tebu, sedikit tetes (5% dari total pakan) sebagai pemanis, mungkin dapat menaikkan palatabilitas dan porsi lumpur ampas tebu dalam ransum hingga 50%, atau sedikit lebih rendah dari penggunaan lumpur ampas agave (63%) yang pernah dicobakan pada domba (INIGUEZ-COVARRUBIAS *et al.*, 2001).

Dari uraian di atas, serat limbah perkebunan tebu dan limbah industri gula yang masih layak sebagai pakan basal hanyalah daun dan pucuk tebu, walaupun konsumsinya oleh ternak rendah. Untuk serat limbah yang lain, disamping konsumsi, kecernaannya juga rendah, sehingga perlu diberi perlakuan atau penambahan nutrisi tertentu seperti nitrogen dan mineral yang dapat menaikkan konsumsi dan kecernaannya.

Teknologi peningkatan mutu serat limbah perkebunan tebu

Pucuk tebu

Perlakuan fisik dapat berupa pencacahan, pembentukan pelet (setelah digiling) atau pembuatan *hay* (SINGH dan PRASAD, 2002). Rendahnya pencernaan pucuk tebu di Indonesia dapat diatasi dengan amoniasi. Dengan N-amonia 6% dari berat bahan kering pucuk tebu, hanya diperlukan waktu 2 minggu untuk menaikkan kandungan asam lemak hasil fermentasi (PANGESTU *et al.*, 1992). Selain itu, alkali seperti NaOH, Ca (OH)₂ dan KOH perlu dipertimbangkan sebagai bahan aktif yang memecahkan ikatan selulosa dan hemiselulosa dari ikatan lignin. ELLIOTT (2000) melaporkan bahwa pucuk tebu yang direaksikan dengan NaOH (4%) menaikkan konsumsi dan pencernaan bahan kering, tapi untuk penggunaannya masih harus ditambah bahan pakan sumber protein dan pati yang lolos dari pencernaan di rumen, seperti katul. Praperlakuan maupun penambahan konsentrat atau hijauan bergizi tinggi dapat menaikkan pencernaan dan konsumsi pakan, pertambahan bobot hidup, produksi dan kualitas susu (WANAPAT, 2002).

Bagas

Masalah umum penggunaan bagas untuk pakan adalah sangat rendahnya pencernaan sehingga upaya peningkatan nilai ini barangkali dapat ditempuh dengan saponifikasi ester silan (*xylan*), amoniasi (NH₃, urea), dengan NaOH atau Ca (OH)₂ dan penggunaan enzim (WANAPAT, 2002; GONZALEZ, 2005). Sebenarnya kerja

enzim selulolitik dari bakteri di rumen akan dipermudah setelah ikatan selulosa dan hemiselulosa dengan lignin sudah dipecah oleh alkalin tersebut.

Praperlakuan *steam* memperbaiki pencernaan bagas pada domba dan sapi (MEDEIROS dan MACHADO, 1993a; 1993b). Perlakuan bagas dengan *steam* bertekanan dapat menurunkan hemiselulosa dari 23,95% menjadi 15,17 – 21,48% sehingga isi sel menjadi mudah untuk dicerna (KARKOODI *et al.*, 2006). Selanjutnya, praperlakuan alkali atau kombinasi dengan *steam explosion* (letupan uap) cukup berhasil. Kaustik soda (NaOH) level 6% meningkatkan pencernaan bahan organik *in vitro* dari semula 20,4% menjadi 55,0%. Kombinasi dengan *steam explosion* menaikkan lagi menjadi 67,6%. Dengan alkali kaustik soda (NaOH) atau urea (masing-masing 4% dari bobot bahan kering bagas), pencernaan bahan kering pakan meningkat pada domba dari semula 9,8% menjadi 27,8 – 29,2% (UTOMO *et al.*, 1985). Penggantian alkali ini dengan kapur lebih baik dan murah, tetapi larutan kapur cepat memperkeras bahan, sehingga mempengaruhi palatabilitasnya (PLAYNE, 1984).

Perlakuan secara mikrobiologis juga pernah dilaporkan berhasil menaikkan pencernaan bagas. Fermentasi substrat padat (*solid-state fermentation*) menggunakan Japanese koji (*Aspergillus oryzae*) meningkatkan pencernaan serat (terutama NDF, ADF atau selulosa) campuran bagas dan dedak gandum (1 : 3 w/w bahan kering) oleh kambing, sehingga meningkatkan energi yang dapat dicerna (RAMLI *et al.*, 2005b), disamping meningkatnya kandungan protein hingga sekitar 15,6% dari bahan kering atau mendekati mutu alfalfa (18,0% protein) (RAMLI *et al.*, 2005a). Laporan sebelumnya (TARMIDI, 2004) menyebutkan bahwa kandungan protein juga meningkat dengan memfermentasikan bagas dengan jamur *Pleurotus ostreatus*.

Lumpur ampas tebu (*pith*)

Sebagaimana pakan kaya serat kasar yang lain, proses amoniasi masih diperlukan dalam upaya menaikkan mutu lumpur ampas tebu. Amoniasi selama 3 minggu meningkatkan pencernaan bahan organik dari semula 30% menjadi 40,6, 50,3 dan 56,9% pada penggunaan 2, 4 dan 6% urea (MUSOFIE *et al.*, 1987b). Dengan urea 6% (dari bahan kering *pith*), maka *pith* teramoniasi ini mempunyai nilai gizi (1,38% nitrogen) yang tidak kalah dengan rumput lapangan. Selanjutnya penggunaan asam sulfat pada level 6% dapat menaikkan kandungan gula tereduksi dari 2,58 menjadi 16,76 g/l (FERRER *et al.*, 2002). Amoniasi meningkatkan kandungan protein *pith* (8,69%) menjadi sebanding dengan rumput, 7,22% (WARDHANI *et al.*, 1989). Dengan sistem uap pada 20 bar selama 3 menit pada *pith*, CHANDLER *et al.* (2006) telah berhasil

menaikkan kandungan gula terlarut (dari 20 menjadi 123,7%), dan pencernaan di rumen (dari 54,2 menjadi 71,2%), dan menurunkan kandungan dinding sel (dari 77 menjadi 61,75%).

Baik dalam bentuk asal maupun dalam bentuk terfermentasi, *pith* belum dipublikasikan sebagai komponen dalam pakan ternak. Namun, dengan sifat yang berpartikel halus, maka *pith* yang telah di amoniasi dapat dicampurkan dalam ransum. Sebagai pakan basal tunggal diperkirakan tidak dapat dikonsumsi sebanyak konsumsi bahan kering rumput. Oleh karena itu perlu diuji dulu palatabilitasnya, atau diberi perangsang nafsu makan seperti garam atau tetes.

Pengawetan pakan dari limbah perkebunan tebu

Tujuan pengawetan adalah untuk menyimpan pakan limbah yang berlimpah karena musim panen tertentu, dan tidak habis digunakan dalam musim yang sama.

Untuk mempertahankan kesegaran bahan, pucuk tebu dapat diawetkan dengan proses ensilase. Dengan tetes (3% dari bobot segar pucuk tebu) sebagai aditif dan urea (1% dari bobot segar pucuk tebu), silase dapat dibuat dan disimpan hingga 6 bulan (TEDJOWAHJONO *et al.*, 1981). ACHMANTO *et al.* (1987) menggunakan aditif campuran (tetes 84%, urea 5%, air 9%, kapur 2%) dalam ensilase cacahan pucuk tebu. Kadar protein kasar silase dari 4,4% naik menjadi 5,5% bila tanpa kapur (tetes menjadi 86%). Ensilase dengan aditif tetes (2% dari bahan segar, atau 8,3% dari bahan kering) lebih dianjurkan bagi hijauan bersifat *bulky* (memakan ruang) seperti pucuk tebu (KUSWANDI dan SUTIKNO, 1991), dan cocok pada musim paceklik (SINGH dan PRASAD, 2002). Sebagaimana biasa, ensilase sedikit menyusutkan bahan dan nilai gizinya (DEVILLE *et al.*, 1979; KUSWANDI, 1999) kecuali diberi pengayaan, misalnya pada rumput *Brachiaria brizantha* yang mengandung protein 7,81%, turun menjadi 6,45% setelah diensilase (KUSWANDI, 1999). Hal ini berbeda dengan ensilase pada cacahan tanaman tebu yang dilaporkan oleh SUKSOMBAT dan JUNPANICHCHAROEN (2005), bahwa kadar protein dari bentuk silasnya dapat lebih tinggi daripada cacahan bukan silase (6,5% vs 3,68%).

Pucuk tebu dalam bentuk kering menghemat ruang dan tahan disimpan lama. Dalam bentuk cacahan kering, ternyata kecernaannya lebih baik daripada dalam bentuk segar, sedangkan dalam bentuk pelet, dapat dikonsumsi lebih banyak daripada bentuk lain (YUANGKIANG *et al.*, 2005). Dalam bentuk pelet atau *wafer*, pucuk tebu sudah dicobakan pada sapi Bali sebagai pakan basal (MUSOFIE, 1985). Hal ini memberi peluang usaha penyimpanan pucuk tebu yang tersedia

berlimpah pada musim panen dengan cara pengawetan secara kering.

Wafer cacahan pucuk tebu dengan perekat tetes yang diproses dengan pengepresan dapat disimpan lama karena rendahnya kadar air (10%). Dengan bentuk *wafer* itu, konsumsi dapat lebih banyak dibandingkan dengan bentuk segarnya. Contohnya adalah pada sapi lepas sapih yang dilaporkan MUSOFIE dan WARDHANI (1985); dalam kondisi mengkonsumsi konsentrat (1,5% dari bobot hidup), pada pemberian pucuk tebu secara *ad libitum*, konsumsi dalam bentuk *wafer* lebih banyak daripada dalam bentuk segar (104,5 g vs 93,3 g bahan organik/kg bobot hidup^{0,75}). Laporan lain menunjukkan bahwa bentuk *wafer* dapat digunakan pada pembesaran sapi potong (MUSOFIE *et al.*, 1987a), dan pada sapi laktasi dapat meningkatkan kadar lemak susu (WARDHANI *et al.*, 1985). Tabel 3 memperlihatkan perbedaan nilai gizi pucuk tebu dalam beberapa bentuk pada pemberian tunggal.

Laporan ZULBARDI *et al.* (1999) yang disarikan dari beberapa hasil penelitian, secara umum menunjukkan bahwa sapi FH atau peranakan FH lebih cepat bertumbuh dibandingkan dengan sapi potong pada pembesaran dengan pakan basal pucuk tebu, terlebih yang dalam bentuk *wafer*. Namun pada pembesaran sapi Bali, pakan basal pucuk tebu dalam bentuk segar maupun awetan menghasilkan pertumbuhan serupa.

UPAYA SUPLEMENTASI PADA SERAT LIMBAH TEBU

Dari sifatnya, serat limbah ini hanyalah sebagai pakan basal (2,5 – 7 MJ ME/kg bahan kering, 1,5 – 5,5% protein) sehingga masih memerlukan bahan lain sebagai tambahan dalam ransum produksi. Zat-zat seperti amonia, *trace nutrients* (peptide, asam amino, mineral dan vitamin) dan sumber karbohidrat (energi) mudah tersedia adalah faktor pertama dalam pemeliharaan yang dapat menaikkan konsumsi limbah kaya serat, sedangkan suplemen untuk produksi dapat berupa sumber substrat penghasil energi efisien seperti propionat dan glukosa, dan *bypass nutrients* (protein, pati, lemak). Diperkirakan, konsentrat 10 – 20% dari total konsumsi bahan kering pakan merangsang pencernaan bahan organik di rumen dan menaikkan konsumsi pakan bila suplemen tadi diberikan secara kontinyu. Peningkatan porsi suplemen konsentrat lebih lanjut dapat mengurangi konsumsi pakan basal, namun pertambahan bobot hidup ternak naik. Sebagai contoh, MUSOFIE (1987) melaporkan pada sapi Bali, bahwa pada ransum dengan imbalan konsumsi bahan kering konsentrat 39 – 40% dari total ransum pucuk tebu menghasilkan pertambahan bobot hidup 0,772 kg/ekor/hari (pucuk tebu dalam bentuk segar) sampai 0,882 kg/ekor/hari (pucuk tebu dalam bentuk pelet).

Tabel 3. Nilai gizi pucuk tebu dalam beberapa bentuk

Uraian	Bentuk			
	Segar	Silase	Pelet	Wafer
Komposisi kimia (%)				
Bahan kering	25,6	33,7	91,0	91,6
Protein kasar	5,5	4,8	6,3	5,3
Lemak	1,4	1,0	1,5	1,2
Bahan ekstrak tanpa N	45,1	34,6	48,0	50,7
Abu	10,2	12,6	10,4	8,0
NDF	77,1	t.a.d.	69,8	74,9
ADF	48,9	t.a.d.	62,6	50,3
Hemiselulosa	28,2	t.a.d.	27,1	23,7
Selulosa	32,0	t.a.d.	38,8	35,6
Lignin	13,6	t.a.d.	19,0	10,3
Silika	6,7	t.a.d.	6,6	4,5
Kecernaan bahan organik (%)	35,1	t.a.d.	39,4	50,6
Daya konsumsi (g/kg bobot ^{0,75})				
Bahan kering	62,9	t.a.d.	73,0	67,0
Bahan organik	55,1	t.a.d.	108,1	60,3
Protein kasar	3,6	t.a.d.	2,4	4,2
NDF	56,2	t.a.d.	41,7	41,7

t.a.d. = tidak ada data

Sumber: MUSOFIE (1987) dari penelitian-penelitian di Loka Sapi Potong

Dalam hal ini konsentrat yang digunakan mengandung protein kasar 16,5%. Disimpulkan oleh MUSOFIE (1987) bahwa pertambahan bobot dapat naik dengan upaya pelleting sistem uap, serta penambahan tetes dan urea.

Sapi lepas sapih yang diberi konsentrat (19% protein) sebanyak 1 – 1,5% dari bobot hidup akan mampu mengkonsumsi pucuk tebu 93,3 – 113,7 g bahan organik/kg bobot hidup^{0,75}, dengan pertambahan bobot hidup sebanyak 0,65 – 0,79 kg/ekor/hari (MUSOFIE dan WARDHANI, 1985).

Energi mudah tersedia diperlukan sebagai cara mengoptimalkan fermentasi di rumen (MORAN, 2005). Fermentasi serat limbah tebu menghasilkan asam asetat lebih banyak dan propionat lebih sedikit yang menyebabkan sedikitnya glukosa yang tersedia untuk diserap sehingga sebagian besar asam amino yang terserap dapat diubah menjadi glukosa. Maka perlu ada *bypass energy* yaitu pati yang tersedia untuk dicerna di usus halus dan diserap dalam bentuk glukosa agar pembentukan protein jaringan tubuh efisien. Di antara sumber pati yang sebagian terlindung dari pencernaan di rumen adalah katul, limbah tapioka dan bungkil-bungkilan. Di luar negeri, sumber pati ini sedikit saja ditambahkan pada sapi, misalnya dengan katul 0,9 – 1,5 kg/ekor/hari, sereal 0,5 – 1,0 kg/ekor/hari, atau bungkil 1 kg/ekor/hari (PRESTON *et al.*, 1976; FFOULKES, 1986; PRESTON dan LENG, 1987).

Pakan tambahan penyedia asam amino di usus (*bypass protein*) seperti tepung ikan, bungkil, dan lain-lain secara normal tidak menaikkan konsumsi serat kalau dalam ransum sudah mengandung protein mudah dicerna. Selanjutnya protein yang lolos dari pencernaan di rumen hanyalah optimal bagi pertambahan bobot hidup dan produksi lain kalau ruminansia mengkonsumsi energi termetabolis dalam jumlah cukup (LENG, 2004; 2005). Sumber pati yang sekaligus sumber *bypass protein* sedang (medium) adalah katul, jagung dan bungkil-bungkilan (MORAN, 2005). Pucuk tebu yang ditambah *bypass nutrients* dapat menambah bobot hidup sapi 0,7 – 0,8 kg/hari atau produksi susu 3.000 l/laktasi (FAO, 2001; KOAKHUNTHOD *et al.*, 2001).

Suplementasi pakan kaya protein dan energi juga telah dilaporkan pada sapi yang diberi pucuk tebu dalam bentuk silase. DEVILLE *et al* (1979) melaporkan, pucuk tebu dan tetes (3% urea), masing-masing diberikan sebanyak 3% dari bobot hidup, ditambah 1 kg bungkil kelapa, 200 g tepung ikan dan 500 g dedak padi pada sapi menghasilkan pertambahan bobot hidup (PBHH) 0,580 – 0,751 kg/ekor/hari jika pucuk tebu dalam bentuk segar, dan PBHH sedikit lebih rendah (0,566 – 0,671 kg/ekor/hari) jika dalam bentuk silase. Namun, bila dalam kedua bentuk tadi (segar atau silase) hanya ditambah tetes dan bungkil saja, pertambahan akan < 0,5 kg/ekor/hari. Lebih lanjut

MEYRELES dan PRESTON (1982) menganjurkan penambahan tetes dan sumber protein mudah dicerna dan *bypass nutrients* untuk menambah bobot hidup 1 kg/ekor/hari pada sapi yang diberi pucuk tebu *ad libitum*. Bahan-bahan tersebut dapat berupa kombinasi dedak dan urea dan/atau kotoran ayam sehingga akan melengkapi kebutuhan protein, mineral dan vitamin.

Prinsip penambahan pakan pelengkap berlaku juga pada penggunaan pakan basal yang lebih rendah mutunya dari pucuk tebu. Sebagai contoh, pedet kehilangan bobot hidup 0,17 kg/hari dengan pemberian *steam-hydrolysed* (200°C, 10 menit) bagas, urea dan mineral. Setelah ditambahkan lagi tepung ikan (0,25 kg/hari), jagung (1 kg/hari), atau kombinasinya (0,25 dan 1 kg/hari), pertambahan bobot hidup menjadi berturut-turut 0,08, 0,16 dan 0,33 kg/hari dengan konversi pakan 34, 23 dan 12 (NAIDOO *et al.*, 1977 dalam PRESTON dan LENG, 1987). Hal ini menunjukkan bahwa, sebagai pakan basal, penggunaan bagas perlu ditambah zat-zat makanan bagi keperluan mikroba di rumen, dan untuk kebutuhan produksi, ditambah zat-zat makanan yang tersedia di usus halus untuk diserap.

Daun-daunan (10 MJ ME/kg bahan kering, > 16% protein) seperti daun singkong, daun leguminosa, pisang, nangka, ubi jalar dapat ditambahkan pada serat limbah tebu karena sifatnya yang dicerna lambat di rumen sehingga menjamin konsentrasi amonia dan energi yang stabil (WANAPAT, 2000; WANAPAT *et al.*, 2000).

Serat limbah tebu mengandung kalsium (Ca) dan fosfor (P) mencukupi (0,18 – 2,63% Ca dan 0,09 – 1,11% P, dari berbagai sumber, misalnya FFOULKES, 1986) bagi pertumbuhan sapi pada tingkatan rendah sampai sedang. Sebanyak 70% dari yang terkandung oleh limbah ini akan tersedia untuk proses metabolisme (FFOULKES, 1986). Kekurangan kobalt (hampir nol) dan belerang (< 0,001%) dapat teratasi dengan pemberian tetes, sedangkan tingginya kandungan kalium (ARC, 1980) yang dapat mengganggu keseimbangan kation dapat diatasi dengan pemberian garam dapur (FFOULKES, 1986).

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa serat limbah tebu yang dijadikan pakan basal pada ruminansia perlu ditambah bahan sumber energi maupun nitrogen mudah tersedia di rumen, dan pakan tambahan yang mengandung *bypass nutrients* untuk optimasi produksi. Daun-daunan efektif bagi penyediaan energi dan nitrogen di rumen secara kontinyu, dan sebagian lain dicerna di usus halus. Kombinasi bahan-bahan pakan tambahan diharapkan memenuhi harapan tersebut, disamping dapat melengkapi elemen yang kurang seperti mineral dan vitamin.

PROSPEK PENGEMBANGAN AGRIBISNIS PETERNAKAN BERBASIS SERAT LIMBAH PERKEBUNAN TEBU

Sistem agribisnis terintegrasi antara perkebunan tebu dan peternakan merupakan salah satu upaya untuk memacu pengembangan peternakan ruminansia, dengan mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya di suatu kawasan. Optimalnya pemanfaatan sumberdaya akan mudah dicapai melalui diversifikasi cabang-cabang usaha. Ditempatkannya ternak dalam sistem usaha ini karena dimungkinkannya pemanfaatan limbah berasal dari perkebunan tebu dan industri gula, sebaliknya perbaikan fisik, kimia dan biologi tanah perkebunan perlu dipelihara dengan memanfaatkan kotoran ternak yang diproses menjadi pupuk organik. Diversifikasi usaha pertanian ini hendaknya ditujukan kepada pertanian berkelanjutan dengan input luar yang rendah (LEISA).

Pengembangan ternak sapi potong di kawasan perkebunan tebu dapat menjadi contoh menarik. Dengan hampan 100 ha kebun tebu diperkirakan dapat menghasilkan pucuk tebu sebanyak 380 ton bahan kering, yang dapat memelihara tidak kurang dari 347 – 520 ekor sapi dengan bobot hidup 200 kg sepanjang tahun bila sapi mampu mengkonsumsi bahan kering 1 – 1,5% dari bobot hidup. Bila bagas diproses dan ditambahkan dalam pakan, maka tambahan sekitar 20 ekor sapi lagi dapat dibesarkan. Demikian seterusnya, dengan memanfaatkan limbah lain seperti ampas, *pith* dan tetes, maka jumlah pemilikan dapat ditingkatkan dengan catatan, suplementasi bahan dari luar kawasan harus diadakan. Kenyataannya, peternakan ruminansia berada jauh dari perkebunan tebu dan industri gula, dan pengangkutan limbah tebu dianggap tidak ekonomis. Satu contoh, PG Jati Tujuh (Majalengka) melayani permintaan pucuk tebu dari Korea dan Jepang dalam jumlah hanya 18.000 ton/tahun (22%). Itupun kalau jumlah permintaan bertahan atau naik. Selebihnya (78%) dibakar atau beberapa saja yang terjual ke pengusaha ternak di Sumedang, Jawa Barat. Ini berarti perlu ada inovasi teknologi dan sosialisasi menuju pemanfaatan serat limbah secara luas.

Mengingat potensi limbah perkebunan tebu dan pabrik gula, ada 3 opsi pengembangan yang dapat ditempuh, yaitu:

- Kawasan peternakan ruminansia skala petani berbasis limbah perkebunan tebu dan pabrik gula.
- Industri peternakan milik perkebunan tebu.
- Pabrik pakan berbasis limbah perkebunan tebu dan limbah pabrik gula.

PERMASALAHAN DAN TEKNOLOGI YANG DIBUTUHKAN

Dari gambaran di atas, investasi dan pendanaan yang terintegrasi dalam setiap kegiatan yang menunjang penelitian, kajian dan pengembangan untuk mewujudkan agribisnis peternakan seefisien mungkin perlu dipertimbangkan, mengingat adanya keterbatasan keuangan negara di setiap sektor pembangunan. Dengan demikian, fokus investasi tahap awal dialokasikan pada penelitian-penelitian laboratoris dan lapang terbatas, sedangkan pada tahap lanjut adalah pengembangan ternak ruminansia kawasan perkebunan tebu, dan *pilot project* industri pakan berbasis limbah perkebunan tebu menunjang pengembangan peternakan ruminansia.

Mengingat kendala nutrisi yang menyulitkan dalam pendayagunaan limbah miskin gula terlarut, berikut ini diringkaskan sejumlah kendala dan perkiraan mendayagunakan pucuk tebu, yang memerlukan pengkajian dan pengembangan, antara lain:

Pucuk tebu

Beberapa kendala bila pucuk tebu dijadikan pakan ternak ruminansia dan kemungkinan solusinya dapat diringkaskan sebagai berikut :

Kendala	Kemungkinan solusi
Kecernaan rendah	Praperlakuan dengan alkali
Nitrogen terfermentasi rendah	Tambahkan urea sebanyak 2% dari bahan kering bahan
<i>Bypass protein</i> dan lemak rendah	Tambahkan bungkil-bungkil, dedak, katul
Fermentasi menghasilkan sumber glukosa rendah	Tambahkan <i>rumen modifiers</i> , pakan kaya pati (menir, jagung)
Fraksi serat tercerna rendah	Tambahkan legum hijau atau rumput muda
Kandungan mineral rendah	Tambahkan semua unsur, terutama belerang

Upaya praperlakuan dan/atau suplementasi pada penggunaan serat limbah yang lain dapat menggunakan prinsip-prinsip tersebut.

Sapi muda seberat 200 kg yang perlu bertumbuh 0,5 kg per hari diperkirakan membutuhkan protein 570 g dan energi 51 MJ (NRC, 1984), maka bila pakan dasarnya pucuk tebu (5,5% protein dari bahan kering, energi termetabolis (ME) 8,326 MJ/kg bahan kering), konsumsinya diperkirakan 3,5 kg bahan kering yang

hanya memasok protein kasar sebanyak 192,5 g dan energi 29,141 MJ ME, sehingga akan memerlukan tambahan protein kasar sebanyak 377,5 g dan energi 21,859 MJ. Secara teoritis, kekurangan dapat dipenuhi dengan menambahkan 1,5 kg katul dan 58 g urea. Dengan perkiraan meningkatnya konsumsi pucuk tebu bila diberi perlakuan atau ditambah legum dan mineral, maka diharapkan pertambahan bobot hidupnya meningkat.

Bagas

Bagas diperkirakan memerlukan pertimbangan lebih khusus dibandingkan dengan solusi untuk pucuk tebu, misalnya perlakuan alkali dan uap untuk menaikkan pencernaan, dan kendala-kendala lain diatasi antara lain dengan suplementasi energi (misalnya tetes), nitrogen bukan protein (misalnya urea), protein dapat dicerna di rumen (legum, hijauan muda), *bypass protein* (tepung ikan, dedak, katul), *bypass starch-producing feeds* (misalnya jagung, dedak, katul) dan lemak (misalnya tepung biji berminyak, katul dan jagung).

Lumpur ampas tebu (*pith*)

Perlu diteliti kemungkinan suplementasi bahan-bahan sumber *bypass protein*, pati minyak, urea dan mineral (dan mungkin juga vitamin) dalam komposisi yang rasional untuk memperbaiki pertumbuhan bakteri rumen dan pasokan nutrisi bagi sintesis jaringan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Serat limbah perkebunan tebu (pucuk tebu) dan pabrik gula (*pith* dan bagas) dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak melalui beberapa perlakuan dan suplementasi, terutama pemanfaatan bagas.

Penggunaan *pith* dan bagas dalam bentuk asli maupun setelah diberi praperlakuan, harus tetap disuplementasi beberapa macam bahan yang diarahkan untuk meningkatkan produktivitas ternak.

Perlu adanya kerjasama penelitian dalam mendayagunakan limbah perkebunan tebu dan pabrik gula dan kerjasama antar sektor dalam pengembangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- ACHMANTO, Y.P., A. MUSOFIE, N.K. WARDHANI dan S. TEDJOWAHJONO. 1987. Pengaruh ukuran bahan dan macam pengawet yang berbeda terhadap kualitas pucuk tebu. Pros. Workshop II Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Manfaat Lainnya. Grati, 16 – 17 Nopember 1987. Sub Balai Penelitian Ternak, Grati. hlm. 246 – 252.
- ARC. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Agricultural Research Council - Commonwealth Agricultural Bureaux: Farnham Royal, UK.
- BALCELLS, J. and J.A. GUADA. 2005. Microbes meet most of ruminant protein requirements in roughage diets. Methods and limitation for measurement. Proc. Crop and Livestock. 1: 274 – 284.
- BPS. 2006. Statistik Indonesia 2005/2006. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- CHAJI, M. and A.A. NASSERIAN. 2006. Chemical composition and *in situ* dry matter digestibility of sugarcane pith treated with steam at high pressures. Proc. Br. Soc. Anim. Sci. p. 182.
- CHANDLER, C., FERRER, J.R., G. PAEZ and L. SANDOVAL. 2006. Chemical composition and *in situ* dry matter digestibility of sugarcane pith treated with steam at high pressure. Proc. Brit. Soc. Anim. Prod. Society's Ann. Conf. York. 182 Abstract. <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/lrrd/lrrd5/2/cont52.htm>. (20 Februari 2007).
- DEVILLE, J., W.Y. CHEONG, P. LECLEZIO and P. DUVIVIER. 1979. The production of silage from sugarcane tops and its use as fodder for cattle. Trop. Anim. Prod. 4(2): 134 – 137.
- ELLIOTT, R. 2000. The importance of nutrients which are not fully degraded in the rumen of animals fed with sugarcane. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 3: 279 – 281.
- FAO. 2001. Tropical Animal Feeding. A Manual for Research Workers. FAO Job Number V9327e.
- FAPET UGM. 1982. Inventarisasi limbah pertanian Jawa dan Bali. Fakultas Peternakan UGM dan Dit. Bina Produksi Ditjen Peternakan.
- FERREIRO, H.M. and T.R. PRESTON. 1976. Fattening cattle with sugarcane: The effect of different proportions of stalk and tops. Tropical Anim. Prod. 2: 178 – 185.
- FERRER, J.R., G. PAEZ, L. ARENAS DE MORENO, C. CHANDLER, Z. MARMOL and L. SANDOVAL. 2002. Kinetics of the acid hydrolysis of sugarcane bagasse pith. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 19: 23 – 33.
- FFOULKES, D. 1986. Practical feeding systems for roughages based on sugar-cane and its by-products. Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues – 1985, 11 – 26. IDP, ADAB, Canberra.
- GONZALEZ, G.V. 2005. Alternative uses of biomass in Mexico. Presented at an Internal Seminar in Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa, D.F. Mexico. vini@xanum.uam.mx
- HARTUTIK. 1985. Pengaruh tingkat penambahan tetes pada jerami padi yang ditambah urea terhadap daya cerna *in vitro*. Pros. Seminar Pemanfaatan Limbah Tebu untuk Pakan Ternak. Grati, 5 Maret 1985. Puslitbang Peternakan, Bogor. 137 – 143.
- INIGUEZ-COVARRUBIAS, S.E. LANGE and R.M. ROWELL. 2001. Utilization of byproducts from the tequila industry. Part 1: Agave bagasse as a raw material for animal feeding and fiberboard production. Bioresource Technol. 77: 25 – 32.

- KARKOODI, K., M. ZAHEDIFAR, A. MIRHADI and M.M. SHAHREBABA. 2006. Effect of steam pressure treatment on physico-chemical properties and bio-utilization of sugarcane bagasse. Proc. Br. Soc. Anim. Sci. York. March 2006. p. 175.
- KOAKHUNTHOD, S., M. WANAPAT, C. WACHIRAPAKORN, N. NONTASO, P. ROWLINSON and N. SARASUNGNEREN. 2001. Effect of cassava hay and high quality-feed block supplementation on milk production in lactating dairy cows. Proc. Internat. Workshop on Current Res. and Dev. of Cassava as Animal Feeds. Khon Kaen Univ. and Swedish Internat. Dev. Agency and Swedish gency for Res. and Cooperation with Developing Countries. July 23 – 24, 2001. pp. 94 – 96.
- KUSWANDI dan I. SUTIKNO. 1991. The effect of industrial by-products as additives on the quality of *Brachiaria brizantha* silages. Proc. Workshop on Agricultural Biotechnology. Bogor, Indonesia, May 22 – 24, 1991. Central Research Institute for Food Crops. pp. 199 – 204.
- KUSWANDI. 1999. Laju degradasi silase *Brachiaria brizantha* yang dibuat dengan tambahan limbah industri hasil pertanian. Bull. Peternakan. hlm. 145 – 150.
- KUSWANDI. 2000. Utilization of rice hulls at the basis of rations for the efficient growth of young sheep. Ph.D Thesis. Univ. New South Wales, Australia.
- LENG, R.A. 2003. Drought and Dry Season Feeding Strategies for Cattle, Sheep and Goats. Penambul Books Coolum Beach, QLD, Australia. 271 pp.
- LENG, R.A. 2004. Requirements for protein meals for ruminant meat production in developing countries. In: Protein Sources for The Animal Industries. FAO Anim. Prod. and Health Proc. FAO Rome. I: 225 – 254.
- LENG, R.A. 2005. Metabolizable protein requirements of ruminants fed roughage diets. Proc. Crop and Livestock. 1: 330 – 347.
- MA'SUM, K. 1978. Penggunaan pucukan tebu dan rumput Gajah pada ransum pedet sapihan sapi Bali. Lembaran LPP VIII (2 & 3): 1 – 3.
- MEDEIROS, S.R. and P.F. MACHADO. 1993a. Effect of the replacement of steam treated sugar cane bagasse by milo on ruminal fermentation in bovines and *in vivo* digestibility in sheep. Livestock Research For Rural Development. 5(2): 112 – 117.
- MEDEIROS, S.R. and P.F. MACHADO. 1993b. Effect of the replacement of steam treated sugarcane bagasse by milo upon performance of finishing cattle. Livestock Research For Rural Development. 5(2): 118 – 123.
- MEYRELES, L. and T.R. PRESTON. 1982. The role of poultry litter in molasses/urea diets for fattening cattle. Trop. Anim. Prod. 7: 138 – 141.
- MOCHTAR, M. dan S. TEDJOWAHJONO. 1985. Pemanfaatan hasil samping industri gula dalam menunjang perkembangan peternakan. Pros. Seminar Pemanfaatan Limbah Tebu untuk Pakan Ternak. Grati, 5 Maret 1985. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 14 – 23.
- MONROY, O, F. TORRES and G. VINIEGRA-GONZALEZ. 1978. Perspectives for the integration of cattle and raw sugar production in small cane industries. The 2nd International Conf. Sugarcane in Animal Prod. Oaxtepec, Morelos, Mexico, 25 – 27 April 1978. pp. 268 – 269 (Abstract).
- MORAN, J. 2005. Supplements for milking cows. In: Tropical Dairy Farming: Feeding Management for Small Holder Dairy Farmers in the Humid Tropics. MORAN, J. (Ed.), Landlinks Press. Department of Primary Industries, Melbourne, Australia. 312 pp.
- MUSOFIE, A. 1985. Potensi dan pemanfaatan pucuk tebu sebagai pakan ternak. J. Litbang Pertanian. IV(2): 32 – 37.
- MUSOFIE, A. 1987. Potential and utilization of sugarcane residues as animal feed in Indonesia. A review. Pros. Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Manfaat Lainnya. Grati, 16 – 17 Nopember 1987. Sub Balai Penelitian Ternak, Grati. hlm. 200 – 215.
- MUSOFIE, A. dan N.K. WARDHANI. 1985. Respon pedet sapi perah lepas sapih terhadap pemberian pucuk tebu bentuk *wafer*. Pros. Seminar Pemanfaatan Limbah Tebu untuk Pakan Ternak. Grati, 5 Maret 1985. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 51 – 55.
- MUSOFIE, A., Y.P. ACHMANTO, S. TEDJOWAHJONO dan H. SOETANTO. 1987a. Respon sapi Madura terhadap pemberian pucuk tebu dengan suplementasi urea-molasses block dan konsentrat. Pros. Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Manfaat Lainnya. Grati, 16 – 17 Nopember 1987. Sub Balai Penelitian Ternak, Grati. hlm. 236 – 245.
- MUSOFIE, A., M. RANGKUTI, S. TEDJOWAHJONO dan N.K. WARDHANI. 1987b. Pengaruh perlakuan urea dan waktu pemeraman terhadap nilai pakan *pith* ampas tebu. Proc. Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Manfaat Lainnya. Grati, 16 – 17 Nopember 1987. Sub Balai Penelitian Ternak, Grati. hlm. 271 – 284.
- MUSOFIE, A., N.K. WARDHANI dan S. TEDJOWAHJONO. 1981. Penggunaan pucukan tebu pada sapi Bali jantan muda. Pros. Seminar Penelitian Peternakan. Bogor, 23 – 26 Maret 1981. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 138 143.
- NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Revised Edition. Nat. Acad. Press, Washington DC.
- PANGESTU, E., D. RAHMADI, WIDIYANTO dan SURAHMANTO. 1992. Kajian mengenai fermentasi pucuk tebu terhadap utilitasnya sebagai pakan. Bull. Peternakan. Edisi Khusus. hlm. 210 – 217.
- PATURAU, J.M. 1982. By-Products of The Cane Sugar Industry. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam.
- PIGDEN, W.J. 1978. Derinded sugarcane as an animal feed – a major breakthrough. FAO of the Rome. pp. 14 – 18.
- PLAYNE, M.J. 1984. Increased digestibility of bagasse by pretreatment with alkalis and steam explosion. Biotechnology and Bioengineering. 26: 425 – 433.

- PRESTON, T.R. and R.A. LENG. 1987. Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in The Tropics and Sub-Tropics. Penambul Books, Armidale.
- PRESTON, T.R., C. CARCANO, F. ALFARES and D.G. GUTIERES. 1976. Rice polishings as a supplement in a sugarcane diet: Effect of level of rice polishings and processing the sugarcane by derinding or chopping. Tropical Anim. Prod. 1: 150 – 163.
- RAMLI, M.N., Y. IMURA, K. TAKAYAMA and Y. NAKANISHI. 2005a. Bioconversion of sugarcane bagasse with Japanese *kaji* by solid-state fermentation and its effects on nutritive value and preference in goats. Asian Aust. J. Anim. Sci. 18(9): 1279 – 1284.
- RAMLI, M.N., M. HIGASHI, IMURA, K. TAKAYAMA and Y. NAKANISHI. 2005b. Growth, feed efficiency, behaviour, carcass characteristics and meat quality of goats fed fermented bagasse feed. Asian Aust. J. Anim. Sci. 18(11): 1594 – 1599.
- SHARIF, Z.A. 1984. The utilization of fresh and stored rice straw by sheep. In: The Utilization of Fibrous Agricultural Residues in Animal Feeds (Ed.) PT Doyle, Melbourne, Australia. pp. 54 – 61.
- SIMATUPANG, P. 1995. Industrialisasi Pertanian sebagai Strategi Agribisnis dan Pembangunan Pertanian dalam Era Globalisasi. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Puslit Sosek Pertanian, Bogor, 27 Sept. 1995.
- SINGH, K. and C.S. PRASAD. 2002. Potential of nutritional technologies in improving livestock productivity. Proc. Workshop on Documentation, Adoption and Impact of Livestock Technologies in India, ICRIAT-Patancheru, India, 18 – 19th January 2002. pp. 132 – 146.
- SUKSOMBAT, W. and P. JUNPANICHCHAROEN. 2005. Feeding of sugarcane silage to dairy cattle during the dry season. Asian Aust. J. Anim. Sci. 18(8): 1125 – 1129.
- TARMIDI, A.R. 2004. Pengaruh pemberian ransum yang mengandung ampas tebu hasil biokonversi oleh jamur *Pleurotus ostreatus* terhadap performans domba Priangan. JITV 5(1): 157 – 163.
- TEDJOWAHJONO, S., A. MUSOFIE, N.K. WARDHANI dan K. MA'SUM. 1981. Preparation of cane tops silage with addition of molasses and urea. Proc. First ASEAN Workshop on the Technology of Animal Feed Production Utilizing Food Waste Materials. Bandung, August 26 – 28, 1981. ASEAN Working Group on Food Waste Materials, ASEAN Committee on Science and Technology. pp. 114 – 116.
- THALIB, A., J. BESTARI, Y. WIDIAWATI, H. HAMID dan D. SUHERMAN. 2000. Pengaruh perlakuan silase jerami padi dengan mikroba rumen kerbau terhadap daya cerna dan ekosistem rumen sapi. JITV 5: 1 – 11.
- UTOMO, R., M. SOEJONO dan B. SUHARTANTO. 1985. Pengaruh sodium hidroksida, kalsium hidroksida dan karbamida terhadap nilai hayati bagas. Pros. Seminar Pemanfaatan Limbah Tebu untuk Pakan Ternak. Puslitbang Peternakan, Bogor. 96 – 101.
- WAHID, P., S. ARIFIN, E. KARMAWATI dan T. SUBAGYO. 1999. Ketersediaan dan pemanfaatan iptek tanaman perkebunan/industri bahan pangan. Pros. Analisis Ketersediaan Sumberdaya Pembangunan Pertanian Berkelanjutan: 1. Sumberdaya pangan dan Lingkungan hidup. Jakarta, 8 Juni 1999. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. hlm. 152 – 178.
- WANAPAT, M. 2000. Manipulation of cassava cultivation and utilization to improve protein to energy biomass for livestock feeding in the tropics. Asian Austral. J. Anim. Sci. 16(3): 463 – 472.
- WANAPAT, M. 2002. On-farm crop-residues as ruminant feeds: new dimensions and outlook. Proc. 7th World Buffalo Congress. International Buffalo Federation. Makati, Philippines, 20 – 23 Oct. 2002. pp. 238 – 249.
- WANAPAT, M., A. PETLEM and O. PIMPA. 2000. Supplementation of cassava hay to replace concentrate use in lactating Holstein Friesian crossbreeds. Asian Aust. J. Anim. Sci. 13(5): 600 – 604.
- WARDHANI, N.K. dan A. MUSOFIE. 1985. Respon sapi perah dara terhadap pemberian *wafer* pucuk tebu dan rumput Gajah. Pros. Seminar Pemanfaatan Limbah Tebu untuk Pakan Ternak. Grati, 5 Maret 1985. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 56 – 60.
- WARDHANI, N.K., A. MUSOFIE dan S. TEDJOWAHJONO. 1989. *Pith* ampas tebu sebagai pengganti hijauan pada sapi perah produksi. Pros. Seminar Nasional. Yogyakarta, 24 Oktober 1989. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. hlm. 102 – 105.
- WARDHANI, N.K., A. MUSOFIE dan SOEMARM. 1985. Pengaruh pemberian *wafer* pucuk tebu terhadap produksi susu sapi perah. Pros. Seminar Pemanfaatan Limbah Tebu untuk Pakan Ternak. Grati, 5 Maret 1985. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 61 – 65.
- WARDHANI, N.K., S. TEDJOWAHJONO dan A. MUSOFIE. 1983. Peranan pucuk tebu sebagai sumber pakan sapi perah produksi. Pros. Pertemuan Teknis Tengah Tahunan. Pasuruan, 7 Juli 1983. BP3G, Pasuruan. hlm. 79 – 81.
- WARDHANI, N.K., S. TEDJOWAHJONO dan A. MUSOFIE. 1984. Empulur ampas tebu sebagai pengganti ongkok dalam ransum sapi potong. Bull. BP3G. 98: 34 – 36.
- YUANGKIANG, C., M. WANAPAT and C. WACHIRAPAKORN. 2005. Effects of pelleted sugarcane tops on voluntary feed intake, digestibility and rumen fermentation in beef cattle. Asian Aust. J. Anim. Sci. 18(1): 22 – 26.
- YULISTIANI, D., B. HARYANTO, KUSWANDI, ZULBARDI M. dan M. MARTAWIDJAJA. 1999. Pengujian komposisi kimia dan daya cerna secara *in vitro* bahan pakan berasal dari limbah perkebunan tebu dan pabrik gula. Bull. Peternakan, Edisi tambahan. hlm. 114 – 120.
- ZULBARDI, M., T. SUGIARTI, N. HIDAYATI dan A.A. KARTO. 1999. Peluang pemanfaatan limbah tanaman tebu untuk penggemukan sapi potong di lahan kering. Wartazoa 8(2): 33 – 37.