

TEKNOLOGI PEMANFAATAN MIKROORGANISME DALAM PAKAN UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS TERNAK RUMINANSIA DI INDONESIA: SEBUAH REVIEW

ELIZABETH WINA

*Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002
e-mail: winabudi@yahoo.com*

ABSTRAK

Berbagai teknologi diperlukan untuk mempertahankan ketersediaan pakan, meningkatkan kualitas pakan dan mengoptimalkan fungsi kerja rumen sehingga produksi ternak di Indonesia dapat ditingkatkan. Teknologi dengan memanfaatkan mikroorganisme untuk makanan manusia sudah dikenal sejak lama dan di dalam pakan ternak sudah mulai diperkenalkan di Indonesia. Bentuknya dapat berupa 'probiotik' (bakteri, jamur, khamir atau campurannya), 'produk fermentasi' atau 'produk ekstrak dari suatu proses fermentasi' (biasanya "enzim"). Makalah ini merangkum sejumlah penelitian mengenai penggunaan mikroorganisme atau produknya di dalam pakan ternak ruminansia yang telah dipublikasi di jurnal atau prosiding lokal dalam beberapa tahun terakhir. Ada beberapa mikroorganisme dalam bentuk murni atau campuran yang sudah dijual di pasaran dan ada juga yang diproduksi di Balitnak. Mikroorganisme murni atau campuran digunakan untuk pembuatan silase terutama jerami padi, untuk meningkatkan kualitas limbah pertanian misalnya limbah pabrik kelapa sawit atau untuk meningkatkan fungsi rumen. Pemanfaatan mikroorganisme dalam teknologi pakan, untuk manipulasi rumen, untuk meningkatkan kesehatan ternak akan memberikan prospek yang semakin baik tetapi harus terus ditunjang oleh penelitian yang lebih spesifik dan mendalam tentang mikroorganisme tersebut dan perlunya dibuat peraturan standarisasi dan keamanan pakan mengenai produk tunggal atau campuran mikroorganisme.

Kata kunci: Mikroorganisme, probiotik, silase, fermentasi, ruminan

ABSTRACT

THE TECHNOLOGY OF UTILIZING MICROORGANISM IN FEED TO IMPROVE RUMINANT PRODUCTIVITY IN INDONESIA: A REVIEW

Several different technologies are required to maintain feed availability, to improve feed quality and to optimize rumen function so that the animal production in Indonesia can be increased. The technology by utilizing microorganism in food has been known for a long time. Utilization of microorganism could be in the forms of 'probiotic' (bacteria, fungi, yeast or their mixtures), fermentation products or extracted products of fermentation process (enzymes). This paper describes several research results that have been published locally in recent years about the utilization of microorganism or its products in ruminant feed. Several pure microorganisms or mixtures of microorganisms have been available commercially and some of them are also produced and developed by the Indonesian Research Institute for Animal Production. They have been applied for rice straw fermentation, for improving the quality of agricultural by products such as palm oil by products or for improving the rumen function. Biological treatment using microorganism has a good prospect in the future, however, it should be supported by more specific and deeper research about the characteristics of the microorganisms. A standard and feed safety regulation on the use of single or mixture of microorganism is required to be established.

Keywords: Microorganism, probiotic, silage, fermentation, ruminant

PENDAHULUAN

Sudah lazim diketahui bahwa peternakan rakyat di Indonesia sangat tergantung pada ketersediaan pakan hijauan atau limbah pertanian. Pada musim kemarau, ketersediaan pakan menjadi sangat terbatas bahkan sampai kekurangan dan kualitas pakan yang ada juga sangat rendah. Hal inilah yang merupakan salah satu penyebab rendahnya peningkatan produksi ternak terutama ternak ruminansia di Indonesia. Kualitas pakan yang rendah biasanya karena bahan pakan pada

umumnya berupa limbah pertanian yang mempunyai nilai pencernaan yang rendah. Pemberian pakan yang rendah kualitasnya juga akan menyebabkan kondisi dan fungsi rumen kurang baik. Oleh sebab itu, berbagai teknologi diperlukan untuk mempertahankan ketersediaan pakan terutama pada masa musim kering yang panjang, meningkatkan kualitas pakan atau mengoptimalkan kerja rumen. Salah satu teknologi yang sudah dikenal sejak lama adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme. Tujuan utama penambahan mikroorganisme ke dalam pakan untuk 1)

mengawetkan pakan atau yang lebih dikenal dengan proses 'silase', 2) meningkatkan kualitas pakan yang rendah nilai gizinya, atau 3) memperbaiki kondisi rumen.

Mikroorganisme yang dimanfaatkan ini dapat berupa 'probiotik' (bakteri, jamur, khamir atau campurannya) atau dapat berupa 'produk fermentasi' atau 'produk ekstrak dari suatu proses fermentasi' (biasanya "enzim"). Mekanisme kerja mikroorganisme atau produknya yang masuk ke dalam tubuh ternak dan mempengaruhi pencernaan atau penyerapan, ada yang sudah diketahui secara jelas tetapi ada juga yang masih berupa hipotesa.

Banyak penelitian tentang pemanfaatan probiotik atau produk fermentasi untuk ternak unggas dan ruminansia sudah dilakukan di Indonesia dan ada pula probiotik yang sudah dijual secara komersial. Makalah ini merangkum hasil-hasil penelitian mengenai penggunaan mikroorganisme atau produknya di dalam pakan ternak ruminansia yang telah dipublikasi di jurnal atau prosiding dalam negeri dalam beberapa tahun terakhir (dirangkum dalam Tabel 1, 2 dan 3), tetapi ada beberapa penjelasan di dalam makalah ini yang diambil dari publikasi lama atau dari jurnal luar negeri. Prospek pemanfaatan mikroorganisme ini di masa mendatang juga dibahas dalam makalah ini.

JENIS MIKROORGANISME DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI PAKAN ADITIF

Beberapa jenis mikroorganisme yang digunakan atau dicampur ke dalam pakan ternak ruminansia (Tabel 1, 2, 3) berasal atau diisolasi dari makanan manusia seperti ragi (*Saccharomyces cerevisiae*), *Aspergillus oryzae*, *Lactobacillus* sp., dari tanah atau saluran pencernaan ternak seperti Starbio, probiotik "Tumbuh", Probion, Bioplus, EM4 dan sebagainya. Mikroorganisme murni atau campuran ini diproduksi dengan berbagai cara tetapi metode yang dipublikasi biasanya hanya diuraikan secara garis besar. Beberapa produk campuran biasanya hanya disebutkan jumlah total bakteri tanpa dirinci jenis-jenis bakteri yang ada di dalamnya. Di bawah ini diuraikan beberapa produk mikroorganisme campuran yang ada di Indonesia, yaitu:

Bioplus merupakan produk campuran mikroorganisme yang telah berbentuk serbuk kering dan teknologi produksinya dikembangkan di Balitnak, Ciawi. Bioplus diambil dari isi perut ternak potong dan dicampur dengan inokulum yang sudah diadaptasi dengan suatu substrat tertentu. Bila substrat yang ditambahkan adalah jerami, maka Bioplus tersebut disebut Bioplus serat karena diasumsikan dapat memecah serat lebih baik. Bila substrat yang ditambahkan adalah daun kaliandra, maka Bioplus tersebut disebut Bioplus racun karena diasumsikan

dapat memecah tanin (racun) dalam kaliandra (WINUGROHO dan WIDIAWATI, 2003; 2004).

Probion adalah produk campuran mikroorganisme berbentuk serbuk. Produk ini juga dikembangkan oleh Balitnak dan diperoleh dari suatu proses fermentasi (anaerob) isi rumen dan kompos dengan tambahan mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroba dan bahan organik yang digunakan sebagai pembawa mikroba yang dapat meningkatkan aktivitas enzimatisnya (HARYANTO, 2000).

Probiotik komersial yang sudah ada terlebih dahulu adalah Starbio dan *Effective microorganism* (EM4). Starbio merupakan campuran mikroorganisme dan telah banyak dicoba oleh peternak atau peneliti sejak tahun 90-an dan akhir-akhir ini hasil penelitian mengenai Starbio pada ternak ruminansia hanya sedikit yang dapat dikumpulkan. Starbio yang ditambahkan ke pakan digunakan terutama untuk mengurangi bau amonia yang dikeluarkan bersama feses.

Effective microorganism (EM4) berisi campuran mikroorganisme seperti *Lactobacillus* sp., bakteri asam laktat lainnya, bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp., jamur pengurai selulosa, bakteri pelarut fosfat (AKMAL *et al.*, 2004). *Effective microorganism* dikembangkan oleh seorang ahli dari Jepang. Di Jepang dan negara lain, EM4 lebih banyak digunakan untuk perbaikan nutrisi tanah.

Probiotik 'Tumbuh merah' merupakan campuran mikroorganisme yang diisolasi dari pencernaan hewan, diantaranya *Bacillus* sp. (SULISTIYANI, 2002).

Saat ini, bentuk campuran mikroorganisme yang lebih sering diuji atau dipakai dalam pakan ternak karena lebih mudah diproduksi dan diperbanyak, selain itu diharapkan adanya efek positif yang lebih tinggi dibanding kalau hanya dipakai kultur tunggal.

Bahan aditif yang dicampur ke dalam pakan ternak biasanya dalam jumlah sedikit. Penambahan mikroorganisme tunggal seperti *Saccharomyces cerevisiae* ke dalam pakan hanya sebanyak 1 g/ekor/hari untuk domba (MARDALENA, 2000; ROYANI, 2000). Sedangkan penambahan mikroorganisme campuran seperti Probion atau Starbio yang berbentuk serbuk lebih banyak dari penambahan mikroorganisme tunggal, yaitu sekitar 0,5 sampai 1,0% dari konsentrat (YUSRIADI, 1999, HARYANTO *et al.*, 2002). THALIB *et al.* (2001b) menambahkan 150 ml probiotik baik yang berupa bakteri selulolitik *cocci* atau batang dalam bentuk cairan yang berisi 2×10^9 koloni/ml dalam selang 3 minggu sekali. Seperti THALIB *et al.* (2001b), RIZA (2001) menambahkan *Leuconostoc citreum* dalam jumlah koloni tertentu yaitu 10^{10} koloni/ekor sapi/hari. Bioplus yang dalam bentuk cairan pernah juga diuji dan diberikan dalam dosis 5 ml/ekor sapi/hari (PARWATI *et al.*, 1999) tetapi Bioplus dalam bentuk serbuk hanya diberikan satu kali pada awal percobaan ternak. Pada ternak domba diberikan 100–150 g/ekor

dan pada ternak sapi diberikan 200–500 g/ekor tergantung pada bobot badan sapi (WINUGROHO dan WIDIAWATI, 2003; 2004; PRIHARDONO, 2001; NGADIYONO *et al.*, 2001).

Pada umumnya, probiotik diberikan pada ternak yang mengkonsumsi serat tinggi dan hanya satu laporan yang memberikan Starbio pada ternak yang mengkonsumsi konsentrat tinggi (NGADIYONO dan BALIARTI, 2001). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan probiotik untuk ternak ruminansia lebih ditujukan agar rumen dapat mencerna lebih baik pakan yang berserat tinggi. Beberapa publikasi yang dirangkum dalam Tabel 1 melaporkan tentang peningkatan bobot badan (PBB) yang nyata ketika ternak diberikan probiotik. Dijelaskan bahwa peningkatan bobot badan oleh probiotik, disebabkan oleh konsumsi bahan kering yang meningkat (NGADIYONO *et al.*, 2001), kondisi rumen yang cenderung lebih baik (PRIHARDONO, 2001), kecernaan bahan kering (APRIYADI, 1999) dan protein yang meningkat (NGADIYONO *et al.*, 2001) serta retensi nitrogen yang lebih tinggi (HAU *et al.*, 2004). Beberapa laporan mencoba membandingkan efektivitas beberapa probiotik, misalnya Bioplus dibandingkan dengan Starbio dan pengaruhnya pada performans sapi. HAU *et al.* (2004) menyatakan bahwa Bioplus mengakibatkan retensi nitrogen lebih tinggi dibandingkan Starbio. PARWATI *et al.* (1999) melaporkan bahwa PBB sapi Bali yang diberi Bioplus lebih tinggi daripada Starbio (517 vs 443 g/hari) tetapi bila ditambah dengan perlakuan laser, maka PBB yang dicapai sama antara yang diberi Bioplus maupun Starbio. Ketika Probion dibandingkan dengan probiotik bakteri selulolitik batang atau *cocci*, pemberian kedua probiotik ini menghasilkan PBB domba yang sama (THALIB *et al.*, 2001b).

Pengaruh-pengaruh positif yang dihasilkan oleh pemberian probiotik belum dapat dijelaskan secara sempurna karena mekanisme kerja probiotik di dalam rumen belum dapat dimengerti secara sempurna. Tidak diperoleh penjelasan apakah mikroba dari probiotik yang ikut bekerja di dalam rumen atau ada senyawa-senyawa tertentu di dalam probiotik yang memacu pertumbuhan mikroba rumen. Diduga, pemberian Bioplus sebanyak 50–250 g (tergantung pada berat ternak) dalam satu kali akan menyebabkan berlipat gandanya mikroba rumen secara mendadak sehingga mampu mencerna serat lebih tinggi dan mungkin menyebabkan terjadinya kompensasi pertumbuhan pada awal penelitian. Asumsi di atas terbantah oleh hasil percobaan yang pernah dilakukan oleh KRAUSE *et al.* (2001). Mereka melakukan *dosing* mikroba rumen yang sudah terseleksi (*Ruminococcus* spp.) pada domba dan kemudian mikroba rumen tersebut dilacak keberadaannya. Jumlah mikroba *Ruminococcus* akan meningkat selama ada *dosing Ruminococcus* spp.,

tetapi jumlah mikroba ini akan langsung berkurang sesudah *dosing* dihentikan yang berarti keberadaan *Ruminococcus* yang di *dosing* di dalam rumen tidak akan langgeng dan cepat menghilang serta tidak diperoleh peningkatan kecernaan bahan kering setelah *dosing* (KRAUSE *et al.*, 2001). Dari hasil ini dapat diartikan bahwa mikroba dari probiotik tidak langsung bekerja mencerna serat di dalam rumen.

WINA (2000) merangkum beberapa teori mengenai mekanisme kerja ragi *Saccharomyces cerevisiae* di dalam rumen. Di dalam kultur ragi terbentuk vitamin, mineral dan asam amino yang mungkin dapat menstimulasi pertumbuhan mikroba rumen. Sampai saat ini belum ada laporan mengenai senyawa apa yang menguntungkan dalam probiotik yang telah diujicobakan di Indonesia. *S. cerevisiae* kemungkinan juga mempunyai kemampuan untuk menggunakan oksigen di dalam rumen sehingga membantu terciptanya suasana di dalam rumen menjadi anaerob (oksigen menjadi sangat sedikit) dan hal ini dapat menstimulir pertumbuhan mikroba rumen secara optimum.

THALIB *et al.* (2001b) mengamati pengaruh probiotik yang dikombinasikan dengan senyawa *defaunator* (penghilang protozoa) terhadap kondisi rumen. Dilaporkan bahwa penambahan probiotik akan memberikan efek yang berlainan tergantung pada jenis probiotiknya. Probion hanya sedikit meningkatkan kadar amonia, tetapi tidak meningkatkan kadar total VFA di dalam rumen (THALIB *et al.* 2001; HARYANTO *et al.*, 2002). Sebaliknya, probiotik 'bakteri selulolitik batang' meningkatkan kadar amonia dan kadar total VFA. Hal ini berarti adanya perbedaan mekanisme kerja Probion dan probiotik 'bakteri selulolitik batang' di dalam rumen dan tampaknya probiotik 'bakteri selulolitik batang' dapat digunakan bersama dengan senyawa *defaunator* karena memberikan efek sinergistik sedangkan Probion mungkin harus digunakan terpisah dengan senyawa *defaunator*.

Penelitian-penelitian yang memberikan pengaruh positif dari penggunaan probiotik seharusnya mendapat perhatian agar terus dilanjutkan dengan pengembangan probiotik sampai ke tingkat komersial terutama pembuatan dan penyimpanannya. Mikroorganisme sangat mudah bermutasi sehingga kontrol dan standarisasi mengenai jenis dan jumlah mikroorganisme di dalam campuran probiotik perlu dilakukan dan peraturannya perlu dibuat dengan jelas. Mekanisme kerja probiotik harus dipelajari secara spesifik karena tiap produk probiotik mungkin punya mekanisme yang spesifik. Dengan informasi yang jelas tentang penggunaan probiotik dan keamanannya, maka hal ini akan meyakinkan kalangan pengguna untuk memakainya dalam meningkatkan produksi ternak ruminansia.

Tabel 1. Penambahan mikroorganisme ke dalam pakan ternak ruminansia

Nama probiotik	Dosis	Ternak percobaan	Pakan percobaan	Parameter	Pustaka
Bioplus	150 g/ekor, hanya 1 kali	Domba lokal	Rumput + konsentrat	Serat tercerna meningkat dari 104 menjadi 117 g/hari (P>0,05) Energi tercerna meningkat dari 1513 menjadi 1566 kkal/kg (P>0,05) VFA meningkat dari 38,52 menjadi 44,61 mM (P>0,05)	PRIHARDONO (2001)
Bioplus	500 g/ekor hanya 1 kali	Sapi Madura	Rumput + legum + bungkil kelapa	Konsumsi meningkat dari 101 menjadi 109 g/kg ^{0,75} KCBK meningkat dari 65,04 menjadi 68,12% PBB meningkat dari 0,55 menjadi 0,61 kg	NGADIYONO <i>et al.</i> (2001)
Bioplus vs starbio	– (tidak disebutkan)	Sapi Bali di Timor	– (tidak disebutkan)	PBB bioplus lebih tinggi dari starbio (310 vs 206 g) Retensi nitrogen bioplus lebih tinggi dari starbio (36,31 vs 26,36 g/hari)	HAU <i>et al.</i> (2004)
Bioplus dan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	100 g/ekor, hanya 1 kali (bioplus) + 1 g/ekor/hari	Domba lokal	Rumput Gajah + konsentrat (250 g/hari)	PBB tidak berbeda dengan kontrol (64,4 vs 54,4 g) Konsumsi BK tidak berbeda dengan kontrol (739 vs 738 g/hari) KCBK tidak berbeda dengan kontrol (64,7 vs 64,4%)	ROYANI (2000)
<i>Candida utilis</i> + Bioplus vs <i>S. cerevisiae</i> + Bioplus	0,3% dari konsentrat	Domba	Rumput Gajah + konsentrat (70 : 30)	KCBK 60 vs 53% (<i>S. cerevisiae</i> + Bioplus) PBB 42,8 g vs 21,4 g (<i>S. cerevisiae</i> + Bioplus)	WINUGROHO dan WIDIAWATI (2003)
Probion + Defaunator vs defaunator	1% dari konsentrat	Domba lokal	Rumput <i>ad lib.</i> + konsentrat (0,5% BB)	PBB tidak berbeda nyata (54,69 vs 48,83 g/hari) Konversi pakan sama (10,62 vs 10,79) KCBK tidak berbeda (63,54 vs 61,63%)	THALIB <i>et al.</i> (2001b)
Probion	0,5–1,0% dari konsentrat	Domba lokal	Rumput Raja <i>ad lib.</i> , konsentrat komersial (1% dari BB)	Konsumsi tidak berbeda dengan kontrol (375,1 dan 370,8 vs 421,5 g) PBB tidak berbeda dengan kontrol (46,4 dan 49,3 vs 49,1 g/hari)	HARYANTO <i>et al.</i> (2002)
Probiotik (isi rumen sapi + pupuk kotoran domba yang difermentasi)	0,5% dari konsentrat	Domba lokal	Rumput + konsentrat	Kecernaan dinding sel meningkat dari 63,8 menjadi 67,1% Kecernaan hemiselulosa meningkat dari 68,6 menjadi 73,2% PBB tidak berbeda dengan kontrol (69 vs 73 g/hari)	KUSWANDI <i>et al.</i> (2001)

Lanjutan Tabel 1.

Nama probiotik	Dosis	Ternak percobaan	Pakan percobaan	Parameter	Pustaka
Probiotik (bakteri selulolitik batang) + defaunator vs defaunator	150 ml/3 minggu sekali 2 x 10 ⁹ koloni/ml	Domba lokal	Rumput <i>ad lib.</i> + konsentrat (0,5% BH)	PBB lebih berbeda nyata (56,26 vs 48,83 g/hari) KCBK tidak berbeda (63, 51 vs 61,63%)	THALIB <i>et al.</i> (2001b)
Starbio	0,5% dari konsentrat	Sapi Ongole	Rumput + Konsentrat (30 : 70)	PBB 0,98 vs 0,77 kg (Kontrol) (P>0,05) Tidak berpengaruh nyata terhadap konsumsi, dan persentase karkas	NGADIYONO dan BALIARTI (2001)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> lokal (Balitnak) vs ragi impor	1 g/ekor/hari	Domba lokal	Rumput + dedak padi + limbah sorgum	Konsumsi BK tidak berbeda nyata dengan ragi impor (977 vs 888 g) Kecernaan BK tidak berbeda nyata dengan ragi impor (56 vs 58%)	MARDALENA (2000)
Sediaan mikroba (campuran mikroba rumen + FPM vs FPM) (faktor pertumbuhan mikroba)	100 ml/ekor	Kambing PE	Rumput + konsentrat (1% BB)	KCBK tidak berbeda dengan FPM (74,44 vs 73,9%) PBB tidak berbeda dengan FPM (55 vs 54 g/hari) Rumen parameter tidak berbeda dengan FPM	THALIB (2002)
Probiotik tumbuh merah (<i>Lactobacillus</i> sp.) vs probion	0,01% dari konsentrat	Domba	Rumput Gajah (3 kg) + konsentrat (250 g)	Konsumsi BK tidak berbeda dengan probion (587 vs 628 g/hari) KCBK tidak berbeda dengan probion (58,64 vs 58,73%) Rumen parameter tidak berbeda dengan probion	SULISTIYANI (2002); JUWITA (2002)
<i>Leuconostoc citreum</i> TSD-10	10 ¹⁰ koloni/hari	Sapi FH	Rumput Gajah	Meningkatkan fungsi rumen tapi PBB tidak terpengaruh	RIZA (2001)

EFEKTIVITAS DAN DAYA SIMPAN PRODUK CAMPURAN MIKROORGANISME

Daya simpan dan efektivitas mikroorganisme tersebut perlu diuji karena mikroorganisme sangat labil terhadap suhu, cahaya atau oksigen. WINUGROHO dan MARIYATI (2001) melaporkan setelah Bioplus dikeringkan di bawah naungan dan disimpan dalam suhu ruang, maka populasi mikroorganisme di dalam bioplus akan berkurang 50%. Walaupun populasi mikroorganisme turun, laju produksi gas *in vitro* dengan menggunakan bioplus yang telah disimpan 2 bulan masih sama dengan bioplus segar yang tidak disimpan sehingga mereka menyimpulkan bahwa Bioplus yang sudah kering masih efektif bila disimpan sampai 2 bulan dalam suhu ruang. Hal yang sama dikemukakan oleh THALIB *et al.* (2001a; 2002) bahwa populasi mikroba tanpa pembalutan (*encapsulated*)

akan turun 30% dari populasi awal sedangkan dengan pembalutan, populasi mikroorganisme di dalam sediaan mikroba anaerobik (probiotik SR) relatif stabil. Bahan pembalut yang digunakan adalah *gum Arabic*, alginat atau kalsium klorida. Pengerinan sediaan mikroba yang telah dibalut juga harus diperhatikan, yaitu proses pengering beku (*freeze drying*) lebih baik daripada proses pengeringan matahari. Panas matahari, sinar UV dan aliran udara (oksigen) pada proses pengeringan matahari akan menyebabkan kerusakan yang besar terhadap sediaan mikroba. THALIB *et al.* (2001a; 2002) menyimpulkan pentingnya pembalutan sediaan mikroba dan juga proses pengeringan dengan cara *freeze drying* untuk menjaga kestabilan dan efektivitas mikroorganisme tersebut. Sediaan mikroba yang sudah dibalut (*encapsulated*) dan disimpan selama 4 bulan tidak mengalami penurunan populasi mikroorganisme. Kemampuan sediaan mikroba yang telah disimpan

tersebut dalam mencerna bahan kering rumput Gajah tidak berbeda dengan kemampuan cairan rumen segar.

Pengaruh jenis kantong penyimpanan dan lama penyimpanan terhadap nilai gizi produk fermentasi lumpur sawit dengan *Aspergillus niger* juga telah dievaluasi (PASARIBU *et al.*, 2001). Aktivitas enzim mananase dan selulase dalam produk fermentasi turun selama penyimpanan dan daya cerna bahan kering produk fermentasi juga turun secara signifikan setelah 12 minggu disimpan. Kadar nitrogen terlarut turun setelah 6 minggu disimpan dan kadar protein sejati turun secara signifikan setelah 8 minggu disimpan. Karung plastik pakan yang banyak aerasinya (tidak rapat) ternyata merupakan jenis kantong penyimpanan yang lebih baik dibandingkan kantong plastik biasa (sedikit aerasinya) atau kertas semen pada penyimpanan suhu kamar (PASARIBU *et al.*, 2001).

Dengan kondisi di Indonesia yang tropis, panas dan lembab, maka teknik perbanyakan, proses pengeringan dan lama penyimpanan mikroorganisme atau produk fermentasi harus sangat diperhatikan. Perlunya mencantumkan tanggal kadaluarsa untuk produk mikroorganisme karena populasi dan efektivitas mikroorganisme menurun dengan semakin lamanya waktu penyimpanan. Begitu pula, dengan tanggal kadaluarsa untuk produk fermentasi karena produk fermentasi mengalami penurunan kualitas selama penyimpanan.

PEMANFAATAN MIKROORGANISME UNTUK LIMBAH-LIMBAH PERTANIAN

Limbah pertanian yang begitu beragam jenisnya tersedia di Indonesia dan karena nilai gizinya yang rendah, perlu diusahakan teknologi untuk memperbaikinya (Tabel 2). Perlakuan biologis menjadi teknologi yang banyak diminati saat ini karena banyak jenis mikroorganisme yang mampu mengurangi kadar lignin, senyawa anti nutrisi dan mampu meningkatkan nilai pencernaan serat dari limbah pertanian tersebut.

Cassapro merupakan produk fermentasi substrat padat (*solid substrate fermentation*) oleh kapang *Aspergillus niger* terhadap bahan pakan onggok. Cassapro pada awal tahun 90-an diperkenalkan oleh Balitnak untuk pakan unggas (KOMPIANG *et al.*, 1994). Cassapro mempunyai kandungan total protein kasar yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Cassapro dapat juga digunakan sebagai bahan pakan konsentrat untuk ternak ruminansia termasuk sapi perah (GUNAWAN *et al.*, 2000). Cassapro dibuat melalui 2 proses yaitu proses fermentasi dan proses enzimatik selama 2 hari. Setelah kedua proses tersebut selesai, bahan onggok yang sudah diselubungi oleh jamur *A. niger* kemudian dikeringkan dan produk ini disebut cassapro. Berbagai enzim dihasilkan oleh kapang *A. niger* seperti misalnya: enzim mananase, selulase dan enzim-enzim

pemecah karbohidrat lainnya sehingga selama fermentasi, kapang ini mampu mendegradasi serat.

Kapang ini dapat tumbuh dengan memanfaatkan urea dan campuran mineral lainnya sehingga dapat meningkatkan kadar protein kasar (KOMPIANG *et al.*, 1994). Fermentasi dengan *Aspergillus niger* ini tidak hanya terbatas pada onggok saja, tetapi dapat juga digunakan pada limbah pertanian lainnya seperti limbah pabrik tempe berupa kulit kacang kedelai (ASTUTI dan WINA, 2002), kulit kopi (GUNTORO *et al.*, 2004; GINTING, 2004) dan limbah perkebunan sawit (BATUBARA *et al.*, 2003; WIJAYA dan UTOMO, 2001). *Aspergillus niger* adalah inokulum yang paling sering digunakan karena mudah dibiakkan, tidak cepat terkontaminasi oleh mikroorganisme lain dan mampu tumbuh lebih baik dibandingkan jamur lain. Selain *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae* juga dapat dipakai sebagai inokulum untuk fermentasi onggok atau bungkil kedele (LUBIS *et al.*, 2002a; 2002b).

Jamur pelapuk putih (tiram putih) atau coklat (*Ganoderma lucidum*) juga dipakai untuk meningkatkan kualitas bahan pakan yang sulit dicerna. Jamur pelapuk ini dapat memecah ikatan lignoselulosa karena jamur ini mengeluarkan enzim fenoloksidase, laccase dan manganoksidase yang termasuk enzim-enzim pemecah lignin (CHANG *et al.*, 1980). WINA *et al.* (2005) melaporkan adanya peningkatan pencernaan bahan kering substrat walaupun kandungan lignin dan selulosa dalam kulit kayu tidak berkurang. Pada jerami padi, jamur pelapuk putih dilaporkan dapat meningkatkan nilai pencernaan bahan kering jerami padi (PILIANG dan SUHARYADI, 1996; SANTOSA, 2001).

Penggunaan produk fermentasi di dalam ransum biasanya menggantikan sebagian dari konsentrat komersial. Tidak seperti probiotik yang ditambahkan ke dalam ransum dalam jumlah yang sangat sedikit, produk fermentasi ditambahkan ke dalam ransum sebanyak 5 sampai 66% (LUBIS *et al.*, 2002b; MUTHALIB, 2003; MATHIUS *et al.*, 2005). Penggantian konsentrat dengan produk fermentasi menyebabkan peningkatan total konsumsi pakan dan pencernaan bahan kering (LUBIS *et al.*, 2002a; b). Selain pencernaan, retensi nitrogen dilaporkan meningkat (HARYANTO *et al.*, 2001) dan pasokan N-mikroba juga meningkat (ASTUTI dan WINA, 2002). Analisis kadar amonia dan asam lemak terbang memperlihatkan sedikit peningkatan (tidak signifikan) dibanding kontrol (LUBIS *et al.*, 2002a). Mekanisme meningkatnya pencernaan pakan karena produk fermentasi belum dapat dijelaskan secara baik. Adanya senyawa-senyawa yang terbentuk selama proses fermentasi dan dibutuhkan dalam jumlah sedikit untuk pertumbuhan mikroorganisme rumen mungkin menyebabkan fungsi rumen lebih baik dalam mencerna pakan. Sampai batas tertentu, produk fermentasi memberikan pengaruh positif tetapi bila dipakai melebihi 30% dalam ransum seperti pada

Tabel 2. Penggunaan mikroorganisme untuk meningkatkan kualitas limbah pertanian

Substrat untuk fermentasi	Mikroorganisme	Percobaan	Jumlah yang diberikan	Parameter	Pustaka
Limbah padat tempe	<i>Aspergillus niger</i>	<i>In vivo</i> (kambing laktasi PE)	25% dari total pakan	Retensi N meningkat dibanding tanpa fermentasi (8,8 vs 7,84 g/hari) Absorpsi purin meningkat dibanding tanpa fermentasi (23,53 vs 15,99 mM) Pasokan N-mikroba meningkat dibanding tanpa fermentasi (1,08 vs 0,72 mM)	ASTUTI dan WINA (2002)
Kulit umbi singkong	– (tidak disebutkan)	<i>In vivo</i> (kambing Kacang)	10–40% ransum	Bobot karkas tidak berbeda antara konsentrat dan perlakuan (8,06 vs 7,72 kg)	MUTHALIB (2003)
Limbah perkebunan sawit	<i>Aspergillus niger</i>	<i>In vivo</i> (kambing Kacang)	20–42% ransum	PBB meningkat dibanding tanpa fermentasi (67 dan 77 g vs 30 g/hari)	BATUBARA <i>et al.</i> (2003)
Limbah perkebunan sawit	<i>Aspergillus niger</i>	<i>In vivo</i> (sapi Bali)	33–66% ransum	Efisiensi pakan paling baik bila digunakan 33%	MATHIUS <i>et al.</i> (2005)
Limbah pabrik pengolahan sawit (<i>solid</i>)	EM4	<i>In vivo</i> (domba lokal)	1% bobot badan	PBB meningkat dibanding tanpa fermentasi (83 vs 63 g/hari)	WUJAYA dan UTOMO (2001)
Onggok	<i>Aspergillus niger</i>	<i>In vivo</i> (sapi laktasi)	1 kg/hari	Produksi susu meningkat dibanding kontrol (13,14 vs 10,12 l/hari)	GUNAWAN <i>et al.</i> (2000)
Onggok	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>In vivo</i> (domba lokal)	77,5% dari konsentrat	Retensi N meningkat dengan penambahan urea (8,39 vs 5,97 g/hari) dan sulfur (7,84 vs 6,75 g/hari) Kecernaan energi meningkat dengan penambahan urea (69,26 vs 65,13%) dan sulfur (68,65 vs 66,39%)	HARYANTO <i>et al.</i> (2001)
Onggok	<i>Aspergillus niger</i>	<i>In vitro</i>	–	Kecernaan BK meningkat dengan lama fermentasi 2-4 hari (54,9 dan 65,3 vs 47%) Kecernaan PK meningkat dengan lama fermentasi 2-4 hari (42,3 dan 42,4 vs 21%)	ARYOGI dan UMIYASIH (2001)
Ampas tebu	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>In vivo</i> (domba Priangan)	10–40% dalam ransum	Konsumsi agak meningkat, PBBH menurun bila di atas 30%	TARMIDI <i>et al.</i> (2004)
Jerami jagung	<i>Pleurotus falbelatus</i> (tiram merah)	Skala laboratorium	–	Kandungan NDF dan ADF tidak terpengaruh	ANGGRAENY <i>et al.</i> (2005)
Kulit kayu <i>Acacia mangium</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i> (tiram putih)	<i>In vitro</i> (rumen kambing)	Sebagai substrat 100%	Kecernaan BK meningkat sampai umur media 8 minggu (15,46 vs 8,55%)	WINA <i>et al.</i> (2005)

Lanjutan Tabel 2.

Substrat untuk fermentasi	Mikroorganisme	Percobaan	Jumlah yang diberikan	Parameter	Pustaka
Kulit kayu <i>Acacia mangium</i>	<i>Ganoderma lucidum</i>	<i>In vitro</i> (rumen kambing)	Sebagai substrat 100%	Kecernaan BK meningkat sampai umur media inkubasi 12 minggu (30,49 vs 24,69%)	WINA <i>et al.</i> (2005)
Tandan kosong sawit	<i>Coprinus cinereus</i>	<i>In sacco</i> (rumen kerbau)	–	Kecernaan BK/BO fermentasi dengan iradiasi sedikit lebih rendah dari pemanasan otoklaf tandan sawit	SUWADJI <i>et al.</i> (2001)
Limbah kopi	<i>Aspergillus niger</i>	<i>In vivo</i> (kambing)	100–200 g/hari	PBB 95 g/hari	GUNTORO <i>et al.</i> (2004); GINTING (2004)
Onggok/bungkil kedelai	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>In vitro</i> (rumen domba)	10% dari substrat	Meningkatkan kecernaan serat 10,5% lebih tinggi daripada kontrol	LUBIS <i>et al.</i> (2002a)
Onggok	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>In vivo</i> (domba)	5–10% dari konsentrat	PBB 122 dan 140 vs 94,8 g/hari (kontrol)	LUBIS <i>et al.</i> (2002b)

pemanfaatan ampas tebu (TARMIDI, 2004), maka pertambahan bobot badan ternak akan menurun. Begitu pula efisiensi pakan menjadi lebih baik dari kontrol bila produk fermentasi limbah sawit digunakan tidak lebih dari 33% dalam ransum (MATHIUS *et al.*, 2005).

Produk samping atau limbah pertanian yang saat ini jumlahnya semakin meningkat yaitu limbah dari perkebunan dan pabrik kelapa sawit. Produk ini dapat berupa bungkil inti sawit, lumpur sawit, bahan padatan hasil saringan (BATUBARA *et al.*, 2003). Produk yang sudah difermentasi oleh *Aspergillus niger* dapat meningkatkan palatabilitas pakan sehingga konsumsi pakan meningkat dan akibatnya bobot badan ternak sapi Bali yang dipelihara di perkebunan kelapa sawit meningkat. Cara ini merupakan salah satu cara integrasi ternak-sawit yang sangat efisien karena pakan untuk ternak diperoleh dari limbah perkebunan dan pabrik itu sendiri. Produk fermentasi yang diperoleh sangat murah karena pakan tidak perlu dibeli dan tidak diperlukan biaya transportasi untuk mengangkut limbah, serta produk jadi tidak memerlukan pengeringan karena langsung dapat diberikan kepada ternak sapi. Ternak sapinya berguna untuk mengangkut hasil kebun sedangkan kotoran sapinya dapat digunakan sebagai pupuk untuk perkebunan tersebut (BATUBARA *et al.*, 2003; MATHIUS *et al.*, 2005). Salah satu yang sangat bermanfaat dari fermentasi limbah perkebunan dan pabrik kelapa sawit yaitu terciptanya lingkungan yang jauh lebih bersih karena limbah perkebunan dapat dimanfaatkan menjadi pakan ternak.

Jadi, produk fermentasi dari industri dan perkebunan sawit akan merupakan tulang punggung pakan ternak ruminansia di daerah perkebunan sawit yang sudah tersebar di Sumatera dan Kalimantan.

Pengembangan produk fermentasi untuk diproduksi dalam jumlah besar dan dijual ke pabrik pakan sampai saat ini belum ada. Pemanfaatan produk fermentasi bahan lain selain limbah sawit baru di tingkat penelitian dan hanya sedikit dimanfaatkan di tingkat peternak. Ketersediaan inokulum yang terbatas dan tidak tersedianya produk fermentasi dalam jumlah banyak menjadi kendala untuk dipakai di lapangan karena pembuatan produk fermentasi belum dilakukan sendiri oleh peternak. Proses fermentasi terbukti bermanfaat untuk meningkatkan kualitas dan palatabilitas limbah pertanian, tetapi produk fermentasi dari bahan-bahan ini mungkin akan menjadi mahal bila dijual ke peternak karena adanya biaya transportasi untuk pengumpulan bahan yang akan difermentasi di suatu tempat, adanya penyusutan bahan dengan bertambahnya kadar air produk fermentasi dan diperlukannya proses pengeringan untuk produk fermentasi yang diperoleh. Produk fermentasi dapat dibeli oleh pabrik pakan bila dapat menggantikan bungkil kedelai sebagai sumber protein dan harganya dapat lebih murah dari harga bungkil kedelai. Produk fermentasi mungkin dapat diekspor ke negara lain bila sudah memenuhi syarat-syarat keamanan pakan dari negara yang dituju.

PEMANFAATAN MIKROORGANISME DALAM PROSES SILASE/FERMENTASI JERAMI PADI/RUMPUT

Pembuatan silase sudah dikenal sejak lama terutama di daerah yang mengalami musim dingin. Proses silase berguna untuk mengawetkan hijauan yang banyak tersedia di musim semi/panas dan kemudian silase dapat dimanfaatkan sebagai makanan ternak pada musim dingin. Pembuatan silase juga sangat bermanfaat untuk daerah-daerah yang bermusim kemarau cukup panjang. Silase dibuat dalam suasana anaerob dan dengan tumbuhnya mikroorganisme tertentu di dalamnya membuat pH silase menjadi rendah (asam) dan keadaan ini, membuat silase awet sampai beberapa bulan. Secara alami, mikroorganisme seperti bakteri asam laktat akan tumbuh sendiri secara perlahan-lahan. Untuk mempercepat proses silase, beberapa mikroorganisme pembentuk asam ditambahkan ke dalam hijauan. Tabel 3 memperlihatkan adanya penambahan mikroorganisme seperti *Lactobacillus* sp. atau campuran mikroorganisme (seperti misalnya: EM4, Probion, Bio P2000Z). Probian adalah campuran mikroorganisme yang langsung diberikan pada ternak dan ternyata dapat dipakai sebagai inokulum untuk fermentasi jerami atau rumput. Ada juga pembuatan silase dengan cairan rumen kerbau segar atau isolat bakteri anaerob dari cairan rumen kerbau sebagai inokulum (BESTARI *et al.*, 2000; SASONGKO dan SUGORO, 2004).

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa silase dibuat dalam keadaan anaerob, bahan disimpan di dalam kantong plastik yang diikat rapat selama 2 minggu (NOVITA *et al.*, 2004; SYAMSUDDIN *et al.*, 2004) tetapi pada penggunaan probion, jerami padi hanya ditumpuk-tumpuk sampai ketinggian tertentu tanpa ditutupi oleh plastik dan didiamkan selama 3 minggu (HARYANTO *et al.*, 2004a). Jadi cara pengawetan jerami dengan penambahan Probian hampir sama dengan cara pembuatan kompos yang dilakukan dalam keadaan aerob. Untuk membedakannya dengan proses silase, maka cara ini disebut proses fermentasi. Pada proses silase jerami padi dengan menggunakan EM4, urea juga ditambahkan ke dalamnya sehingga selama proses pemeraman terjadi juga proses amoniasi (NOVITA *et al.*, 2003; AKMAL *et al.*, 2004). Proses amoniasi mampu melunakkan serat-serat jerami padi (proses *swollen*) sehingga serat menjadi lebih mudah disusupi mikroba rumen dan kemudian mudah didegradasi. Oleh sebab itu, terjadinya peningkatan pencernaan jerami padi tidak hanya oleh proses fermentasi oleh mikroba tetapi kemungkinan besar lebih disebabkan oleh proses hidrolisis basa lemah (amoniasi). Untuk membuktikan proses mana yang lebih berpengaruh terhadap peningkatan kualitas jerami padi perlu dibandingkan

pengaruh masing-masing proses amoniasi dan proses fermentasi terhadap kualitas jerami padi. Pada proses fermentasi dengan Probian, penggunaan urea dimaksudkan untuk menjadi sumber amonia yang diperlukan untuk pertumbuhan atau perkembangan mikroba dalam proses fermentasi tersebut (HARYANTO *et al.*, 2004b; BUDIARSANA *et al.*, 2005).

Proses silase atau fermentasi ternyata mampu meningkatkan nilai pencernaan dari jerami padi, bahkan terjadi peningkatan kualitas sehingga dapat menggantikan rumput Gajah (BESTARI *et al.*, 2000; THALIB *et al.*, 2000; HARYANTO *et al.*, 2004b). Oleh sebab itu, pemberian jerami padi yang telah disilase atau difermentasi dapat meningkatkan konsumsi dan bobot badan ternak yang lebih tinggi dari pada ternak kontrol yang hanya mengkonsumsi jerami padi tanpa perlakuan (BESTARI *et al.*, 2000; THALIB *et al.*, 2000; SARIUBANG *et al.*, 2000; SASONGKO dan SUGORO, 2004). Walaupun rumput Gajah dapat digantikan oleh jerami padi yang disilase/difermentasi, pemberian jerami harus disertai dengan pemberian konsentrat agar dapat meningkatkan bobot badan ternak. Pemanfaatan jerami padi yang disilase/difermentasi untuk jangka panjang mungkin berpengaruh pada reproduksi ternak betina karena sangat rendahnya kadar karoten sebagai provitamin A dalam jerami padi dibandingkan dengan rumput Gajah. Menurut PRESTON (2005), sumber serat yang masih berwarna hijau mengandung karoten yang akan diubah menjadi vitamin A sehingga tidak diperlukan suplemen vitamin A bila ternak diberi pakan hijauan, tetapi kadar karoten mudah berkurang karena proses pengeringan dengan panas atau semakin lama disimpan. Oleh sebab itu, disarankan untuk menambahkan vitamin A ke dalam pakan basal jerami padi.

Pada sentra-sentra penghasil padi, fermentasi (silase) jerami padi adalah salah satu cara pengawetan pakan yang paling baik dan seharusnya dapat dilakukan secara rutin karena cara ini dapat menjaga ketersediaan pakan terutama di musim kering yang panjang. Hasil studi KURTZ dan PANJAITAN (2002) menyimpulkan bahwa petani mengakui bahwa jerami padi yang disilase atau difermentasi merupakan persediaan pakan yang paling cocok untuk mengatasi kekurangan pakan di musim kemarau. Tetapi, pembuatan silase jerami padi mengalami hambatan karena petani harus mengeluarkan biaya untuk kantong plastik atau drum tempat pemeraman jerami padi. Petani juga kesulitan mendapatkan tempat aman untuk menghindari tikus melubangi kantong plastik yang berisi silase. Proses fermentasi jerami tampak lebih mudah tetapi karena dilakukan di tempat terbuka maka kemungkinan terkontaminasi oleh mikroorganisme pembusuk lebih besar daripada proses silase. Proses ini akan sangat berhasil di tingkat petani kalau mereka diberi pengetahuan terlebih dahulu tentang cara



Tabel 3. Pemanfaatan mikroorganisme pada silase/ fermentasi rumput gajah atau jerami padi dalam skala laboratorium atau pada ternak

Substrat untuk Silase	Mikroorganisme	Percobaan	Parameter	Pustaka
Jerami padi	Cairan rumen kerbau	<i>In vivo</i> (sapi)	Kecernaan bahan kering meningkat dibanding kontrol (68,16 vs 61,77%) Pertambahan bobot badan ternak meningkat dibanding kontrol (76,2 vs 73,4 kg)	BESTARI <i>et al.</i> (2000); THALIB <i>et al.</i> (2000)
Jerami padi	Isolat bakteri anaerob dari cairan rumen kerbau	<i>In vitro</i>	KCBK tertinggi ketika fermentasi ditambah urea dan molasses (57,57vs 36,53%)	SASONGKO dan SUGORO (2004)
Jerami padi	Probiotik (tidak disebut)	<i>In vivo</i> (sapi)	Pertambahan bobot badan ternak meningkat dibanding kontrol (375 vs 131 g/hari)	SARIUBANG <i>et al.</i> (2000)
Rumput gajah	Bakteri asam laktat (Pioneer 1188, USA)	Skala laboratorium	Bahan kering silase tidak meningkat dibanding dengan silase dengan molasses	IRWANA <i>et al.</i> (2002)
Rumput gajah	Bakteri asam laktat (Pioneer 1188, USA)	Skala laboratorium	pH silase turun dari 6,5 sampai 4,2 Kandungan karbohidrat terlarut relatif sama	SYAMSUDDIN <i>et al.</i> (2004)
Rumput gajah	Bakteri asam laktat (Pioneer 1188, USA)	<i>In vivo</i> (sapi)	Konsumsi BK turun, KCBK tidak berbeda	SUWITO (2001)
Jerami padi	EM 4 + urea	Skala laboratorium	Bahan kering silase menurun	NOVITA <i>et al.</i> (2004)
Jerami padi	Kombinasi amoniasi + EM 4 (<i>effective microorganisms</i>)	Skala laboratorium	Kandungan serat detergen netral, hemiselulosa menurun dibanding kontrol (74,56 vs 79,78% dan 27,91 vs 31,59%)	AKMAL <i>et al.</i> (2004)
Jerami padi	Probion (produk Balitnak, Ciawi)	<i>In vitro</i>	Kecernaan serat detergen netral meningkat dibanding kontrol (58,97 vs 39,80%) Konsentrasi asetat, propionat meningkat dibanding kontrol (842,7 vs 595,7 μ M dan 136 vs 76,8 μ M)	HARYANTO <i>et al.</i> (2004)
Jerami padi	Probion	<i>In vivo</i> (domba)	Pertambahan bobot badan ternak meningkat sejalan dengan jumlah konsentrat yang meningkat	BUDIARSANA <i>et al.</i> (2005)
Jerami padi	Probion	<i>In vivo</i> (kambing PE)	Pertambahan bobot badan lebih tinggi dari PBB kambing yang diberi rumput gajah (109,8 vs 84,5 g/hari)	MARTAWIDJAJA dan BUDIARSANA (2004)
Jerami padi	Bio P2000Z	<i>In vivo</i> (sapi PO dan silangan PO x Limousine)	Konsumsi BK sapi POL lebih tinggi dari sapi PO (3,945 vs 3,12 kg/hari) PBB sapi POL lebih tinggi dari sapi PO (0,47 vs 0,27 kg/hari)	RIANTO <i>et al.</i> (2005)

pembuatannya, jumlah modal yang dibutuhkan, resiko yang mungkin terjadi dan setelah itu mengerjakan fermentasi jerami padi ini secara kelompok. Selain itu, yang perlu dipertimbangkan adalah pemakaian jenis mikroorganisme yang tidak membahayakan ternak maupun lingkungan dalam jangka panjang bila mikroorganisme atau campurannya tersebut akan dipakai terus menerus. Perlu juga diketahui bahwa mikroorganisme sangat mudah bermutasi sehingga kontrol mengenai hal inipun sangat perlu dilakukan agar aman bagi ternak dan lingkungan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa mikroorganisme tunggal atau campurannya yang dipakai sebagai inokulum untuk fermentasi hijauan/hasil samping pertanian atau dipakai sebagai probiotik telah tersedia secara komersial dan ada juga yang diproduksi oleh Balai Penelitian Ternak. Pemanfaatan mikroorganisme dalam pakan ternak ruminansia di Indonesia telah banyak dilakukan di laboratorium atau di lapangan dan banyak hasil penelitian yang memberikan respon positif. Meskipun demikian, penelitian yang lebih spesifik dan mendalam tentang mikroorganisme tersebut harus dilakukan dan perlu adanya standarisasi dan kontrol sehingga dapat meyakinkan pengguna mengenai keamanan dan keuntungan penambahan mikroorganisme ke dalam pakan ternak. Perlu terus diusahakan pemanfaatan mikroorganisme di lapangan baik dalam bentuk probiotik atau sebagai produk fermentasi agar pemanfaatan limbah-limbah pertanian dapat dilakukan secara maksimum sehingga ketersediaan pakan dapat terus terjamin sepanjang tahun dan terciptanya lingkungan yang lebih bersih dengan hasil akhir adalah peningkatan produktivitas ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- AKMAL, J. ANDAYANI dan S. NOVIANTI. 2004. Evaluasi perubahan kandungan NDF, ADF dan hemiselulosa pada jerami padi amoniasi yang difermentasi dengan menggunakan EM-4. *J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan* 7(3): 168-173.
- ANGGRAENY, Y.N., D. PAMUNGKAS, U. UMIYASIH dan N.H. KHRISHNA. 2005. Pengaruh inokulasi jamur tiram merah (*Pleurotus flabelatus*) pada kandungan serat jerami jagung dan jerami padi. *Pros. Seminar Nasional AINI V. Malang*, 10 Agust. 2005 (*in press*).
- APRIYADI, L. 1999. Pengaruh Penambahan Probiotik Bioplas Serat pada Konsumsi dan Kecernaan Ransum Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) yang Diberikan pada Domba Ekor Tipis. *Skripsi. Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Djuanda*, Bogor. 33 hlm.
- ARYOGI dan U. UMIYASIH. 2001. Kandungan dan nilai kecernaan *in vitro* bahan kering, bahan organik dan protein kasar cassapro dengan lama fermentasi yang berbeda. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor*, 17-18 Sept. 2001. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 279-291.
- ASTUTI, D.A. dan E. WINA. 2002. Pengaruh pakan limbah tempe terhadap ekskresi derivat purin dan pasokan N-mikroba pada kambing Peranakan Etawah laktasi. *JITV* 7(3): 162-166.
- BATUBARA, L., S.P. GINTING, K. SIMANIHURUK, J. SIANIPAR dan A. TARIGAN. 2003. Pemanfaatan limbah dan hasil ikutan perkebunan kelapa sawit sebagai ransum kambing potong. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor*, 29-30 Sept. 2003. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 106-109.
- BESTARI, J., A. THALIB dan H. HAMID. 2000. Pengaruh kombinasi pemberian pakan silase jerami padi cairan rumen kerbau dan molase terhadap pertambahan bobot badan sapi Peranakan Ongole. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor*, 18-19 Okt. 2000. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 242-250.
- BUDIARSANA, I.G.M., B. HARYANTO dan S.N. JARMANI. 2005. Nilai ekonomis penggemukan domba ekor tipis yang diberi pakan dasar jerami padi terfermentasi. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor*, 12-13 Sept. 2005. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 445-454.
- CHANG, H.M, C.L. CHEN and T.K. KIRK. 1980. Chemistry of lignin degraded by white rot fungi. *In: Lignin Biodegradation: Microbiology, Chemistry and Potential Application*. KIRK, T.K., T. HIGUCHI and H.M. CHANG (Eds.). CRC Press. Boca Raton, Florida. 1: 215-230.
- GINTING, S. 2004. Tantangan dan peluang pemanfaatan pakan lokal untuk pengembangan peternakan kambing di Indonesia. *Pros. Lokakarya Nasional Kambing Potong. Bogor*, 6 Agust. 2004. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 61-77.
- GUNAWAN, A.K. SUPRIYATI, BUDIMAN dan H. HAMID. 2000. Pemanfaatan Cassapro pada ternak sapi perah laktasi. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor*, 18-19 Okt. 2000. Puslitbang Peternakan, Bogor hlm. 251-256.
- GUNTORO, S., M.R. YASA, RUBIYO dan N.Y. SUYASA. 2004. Optimalisasi integrasi usaha tani kambing dengan tanaman kopi. *Pros. Seminar Nasional Sistem Intergasi Tanaman-Ternak. Denpasar*, 20-22 Juli 2004. Puslitbang Peternakan, BPTP Bali dan CASREN. hlm. 389-395.
- HARYANTO, B. 2000. Penggunaan probiotik dalam pakan untuk meningkatkan kualitas karkas dan daging domba. *JITV* 5: 224-228.

- HARYANTO, B., N. HIDAYAT dan M. BATA. 2001. Pengaruh taraf urea dan sulfur terhadap neraca nitrogen dan pencernaan energi domba yang diberi onggok terfermentasi dan ampas tahu. *Animal Prod.* 3: 91-97.
- HARYANTO, B., SUPRIYATI dan S.N. JARMANI. 2004a. Pemanfaatan probiotik dalam bioproses untuk meningkatkan nilai nutrisi jerami padi untuk pakan domba. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 4-5 Agust. 2004. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 298-304.
- HARYANTO, B., C.A.V. LEMA, A. YULIANTI, SURAYAH dan ABDURACHMAN. 2004b. Peningkatan degradasi serat jerami padi melalui proses fermentasi dan suplementasi Zinc-methionin. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 4-5 Agust. 2004. Puslitbang Peternakan, Bogor hlm. 805-812.
- HARYANTO, B., SUPRIYATI, A. THALIB, SURAYAH, ABDULRAHMAN dan K. SUMANTO. 2002. Penggunaan probiotik dalam upaya peningkatan fermentasi mikrobial rumen. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 30 Sept.-1 Okt. 2002. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 206-208.
- HAU, D.K., N.G.F. KATIPANA, J. NULIK, A. POHAN, O.T. LAILOGO dan C. LIEM. 2004. Pengaruh probiotik terhadap retensi nitrogen dan energi serta pertumbuhan ternak sapi Bali Timor jantan. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 4-5 Agust. 2004. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 91-96.
- IRWANA, M.T. DJARRE dan S. NOMPO. 2002. Kandungan bahan organik dan bahan kering silase rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan penambahan inokulan bakteri asam laktat dan molases. *Bull. Nutrisi dan Makanan Ternak* 3(2): 33-43.
- JUWITA, E. 2002. Respon Konsumsi, Daya Cerna dan Aktivitas Fermentatif Cairan Rumen pada Domba Lokal Terhadap Penambahan Kombinasi Mineral Organik dan Probiotik dalam Ransum. *Skripsi.* Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Djuanda, Bogor. 53 hlm.
- KOMPIANG, I.P., T. HARYATI dan J. DARMA. 1994. Nilai gizi dari singkong yang diperkaya protein: Cassapro. *Ilmu dan Peternakan* 7(2): 22-25.
- KRAUSE, D.O., R.J. BUNCH, L.L. COLAN, P.M. KENNEDY, W.J. SMITH, R.I. MACKIE and C.S. MCSWEENEY. 2001. Repeated dosing of *Ruminococcus* spp. does not result in persistence, but changes in other microbial populations occur that can be measured with quantitative 16S-rRNA-based probes. *Microbiol.* 147: 1719-1729.
- KURTS, E. dan T. PANJAITAN. 2002. Farmer perception of fermented rice straw, NTB, Indonesia. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 30 Sept. 2002. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 67-70.
- KUSWANDI, SUPRIYATI, B. HARYANTO dan D. YULISTIYANI. 2001. Pertumbuhan domba muda yang diberi pakan aditif. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 17-18 Sept. 2001. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 189-196.
- LUBIS, D., E. WINA, B. HARYANTO and T. SUHARGIATATMO. 2002a. Effectiveness of *Aspergillus oryzae* fermentation culture to improve digestion of fibrous feeds: *in vitro*. *JITV* 7(2): 90-98.
- LUBIS, D., E. WINA, B. HARYANTO dan T. SUHARGIATATMO. 2002b. Feeding of *Aspergillus oryzae* fermentation culture (AOFC) to growing sheep: 1. The effect of AOFC on rumen fermentation. *JITV* 7(3): 155-161.
- MARDALENA, R. 2000. *Saccharomyces cerevisiae* Lokal Sebagai Alternatif Pengganti Probiotik Impor dalam Ransum Domba. *Skripsi.* Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Djuanda, Bogor. 36 hlm.
- MARTAWIDJAJA, M. dan I-G.M. BUDIARSANA. 2004. Pengaruh pemberian jerami padi fermentasi dalam ransum terhadap performan kambing Peranakan Etawah betina. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 4-5 Agust. 2004. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 407-415.
- MATHIUS, I.W., A.P. SINURAT, B.P. MANURUNG, D.M. SITOMPUL dan AZMI. 2005. Pemanfaatan produk fermentasi lumpur bungkil sebagai bahan pakan sapi potong. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 12-13 Sept. 2005. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 153-161.
- MUTHALIB, R.A. 2003. Pengaruh pemberian kulit umbi ketela pohon (*Mannihot utilisima*) fermentasi terhadap karakteristik karkas dan daging kambing Kacang jantan. *J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan* 6: 203-210.
- NGADIYONO, N. dan E. BALIARTI. 2001. Laju pertumbuhan dan produksi karkas sapi Peranakan Ongole jantan dengan penambahan probiotik starbio pada pakannya. *Media Peternakan* 24(2): 63-67.
- NGADIYONO, N., H. HARTADI, M. WINUGROHO, D.D. SISWANSYAH dan S.N. AHMAD. 2001. Pengaruh pemberian bioplus terhadap kinerja sapi Madura di Kalimantan Tengah. *JITV* 6: 69-75.
- NOVITA, A., F.K. TANGDILINTIN dan R. ISLAMİYATI. 2003. Kandungan bahan kering dan bahan organik jerami padi yang difermentasi dengan Effective microorganisms-4 (EM-4) dan beberapa level urea. *Bull. Nutrisi dan Makanan Ternak* 4(1): 33-41.
- PARWATI, I.A., N.Y.M. SUYASA, S. GUNTORO dan M.D. RAI YASA. 1999. Pengaruh pemberian probiotik dan laser punktur dalam meningkatkan berat badan sapi Bali. *Pros. Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 18-19 Okt. 1999. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 136-145.
- PASARIBU, T., T. PURWADARIA, A.P. SINURAT, J. ROSIDA dan D.O.D. SAPUTRA. 2001. Evaluasi nilai gizi lumpur sawit hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger* pada berbagai perlakuan penyimpanan. *JITV* 6: 233-238.

- PILIANG, W.G. dan SUHARYADI. 1996. Biofermentasi limbah lignoselulosa oleh jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan efeknya terhadap metabolisme dan populasi mikroba rumen. *J. Biol. Indonesia* 1: 37-43.
- PRESTON, R.L. 2005. *Feed Composition Tables*. http://beef-mag.com/mag/beef_feed_composition_tables/
- PRIHARDONO, R. 2001. Pengaruh Suplementasi Probiotik Bioplus, Lisinat Zn dan Minyak Ikan Lemuru Terhadap Tingkat Penggunaan Pakan dan Produk Fermentasi Rumen Domba. Skripsi. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- RIANTO, E., NURHIDAYAT dan A. PURNOMOADI. 2005. Pemanfaatan protein pada sapi Peranakan Ongole dan sapi Peranakan Ongole x Limousin jantan yang mendapat pakan jerami padi fermentasi dan konsentrat. *J. Indones. Trop. Anim. Agri* 30(3): 186-191.
- RIZA. 2001. Pengaruh Suplementasi Probiotik Bakteri Asam Laktat, Tepung Ikan, Minyak Ikan Lemuru dan Seng Sulfat dalam Ransum Sapi Holstein Jantan. Skripsi. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- ROYANI, A. 2000. Pengaruh Pemberian Probiotik (Bioplus dan *Saccharomyces cerevisiae*) Terhadap Konsumsi Ransum, Kecernaan, Pertambahan Bobot Badan dan Parameter Rumen pada Domba Jantan Ekor Tipis. Skripsi. Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Djuanda, Bogor. 47 hlm.
- SANTOSA, U. 2001. Efek imbalanced jerami padi hasil fermentasi dengan jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) terhadap pencernaan dan TDN ransum pada penggemukan sapi jantan peranakan Ongole. *J. Ilmu Ternak* 1: 1-6.
- SARIUBANG, M., D. PASAMBE, A. NURHAYU, S. NATAL dan CHALIDJAH. 2000. Pemanfaatan probiotik dalam fermentasi jerami sebagai pakan sapi Bali di musim kemarau. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 18-19 Okt. 2000. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 219-223.
- SASONGKO, W.T. dan I. SUGORO. 2004. Fermentasi jerami padi varietas atomita 4 secara basah dengan menggunakan inokulum campuran isolat bakteri anaerob fakultatif rumen kerbau. Pros. Teknologi Isotop dan Radiasi, Jakarta 17-18 Feb. 2004. hlm. 171-174.
- SULISTYANI, S.E. 2002. Respon Konsumsi dan Pertambahan Bobot Hidup Domba Lokal Terhadap Ransum dengan Mineral Organik. Skripsi. Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Djuanda, Bogor. 43 hlm.
- SUWADJI, E., B.H. SASANGKA dan S. UTAMI. 2001. Mempelajari pemanfaatan limbah kelapa sawit dengan penanaman jamur *Coprinus cinereus* dan penggunaannya untuk pakan ternak. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 17-18 Sept. 2001. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 308-317.
- SUWITO. 2001. Efek Ensilase Rumput Gajah dengan Bakteri Asam Laktat dan Enzim Selulolitik serta Suplementasi Seng dan Probiotik pada Sapi. Skripsi. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- SYAMSUDDIN, N., J.A. SYAMU, E. F. PUSPITA dan NURHAENI. 2004. Kualitas fermentasi silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan penambahan inokulan bakteri asam laktat dan molases. *Bull. Nutrisi dan Makanan Ternak* 5(1): 67-75.
- TARMIDI, A.R. 2004. Pengaruh pemberian ransum yang mengandung ampas tebu hasil biokonversi oleh jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) terhadap performans domba Priangan. *JITV* 9: 157-163.
- THALIB, A. 2002. Pengaruh imbuhan faktor pertumbuhan mikroba dengan dan tanpa sediaan mikroba terhadap performans kambing Peranakan Etawah. *JITV* 7: 220-226.
- THALIB, A. B. HARYANTO dan H. HAMID. 2002. Efek coating terhadap kemurnian, viabilitas dan aktivitas sediaan mikroba (PROBIOTIK SR) selama penyimpanan. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 30 Sept.-1 Okt. 2002. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 170-173.
- THALIB, A. B. HARYANTO, H. HAMID, D. SUHERMAN dan MULYANI. 2001b. Pengaruh kombinasi defaunator dan probiotik terhadap ekosistem rumen dan performan ternak domba. *JITV* 6: 83-88.
- THALIB, A. B. HARYANTO, KUSWANDI, H. HAMID dan MULYANI. 2001a. Teknik penyiapan sediaan mikroba anaerobic: bakteri selulolitik batang. *JITV* 6: 153-157.
- 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: 1-6.
- WUJAYA, E. dan B.N. UTOMO. 2001. Pemanfaatan limbah kelapa sawit solid sebagai pakan tambahan ternak ruminansia di Kalimantan Tengah. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 17-18 Sept. 2001. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 262-267.
- WINA, E. 2000. Pemanfaatan ragi (*yeast*) sebagai pakan imbuhan untuk meningkatkan produktivitas ternak ruminansia. *Wartazoa* 9(2): 50-56.
- WINA, E., H. AFFANDI, E. SOLIHAN dan R. NINGSIH. 2005. Komposisi serat dan pencernaan bahan kering kulit kayu *Acacia mangium* yang digunakan sebagai media jamur *Pleurotus ostreatus* dan *Ganoderma lucidum*. Pros. Seminar Nasional AINI V. Malang, 10 Agustus 2005 (*in press*).
- WINUGROHO, M. dan S. MARIYATI. 2001. Konsistensi keefektifan bioplus serat selama masa simpan pada suhu ruang. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 17-18 Sept. 2001. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 214-218.

- WINUGROHO, M. dan Y. WIDIAWATI. 2003. *Candida utilis* sebagai pengganti *Saccharomyces cerevisiae* pendamping bioplus untuk meningkatkan produktivitas ternak. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 29–30 September 2003. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 142–145.
- WINUGROHO, M. dan Y. WIDIAWATI. 2004. Penguasaan dan pemanfaatan inovasi teknologi pengkayaan pakan sapi potong/sapi perah. Pros. Lokakarya Nasional Sapi Potong. Yogyakarta, 8–9 Okt. 2004. Puslitbang Peternakan, Bogor dan Lolit Sapi Potong, Grati. hlm. 57–64.
- YUSRIADI. 1999. Karakteristik Karkas Domba Jantan Lokal yang Mendapat Probiotik dan By Pass Protein dalam Pakan Selama Penggemukan. Skripsi. Jurusan Ilmu Produksi Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. 29 hlm.