

## Fermentasi: Metode untuk Meningkatkan Nilai Nutrisi Jerami Padi

*Fermentation: Methods to Improve Nutrition Value of Rice Straw*

**Yanuartono, S. Indarjulianto, H. Purnamaningsih, A. Nururrozi, dan S. Raharjo**

Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada.  
Jl. Fauna No.2, Karangmalang, Depok, Sleman. 55281 Yogyakarta  
Corresponding e-mail : [yanuartono@ugm.ac.id](mailto:yanuartono@ugm.ac.id)

### ABSTRACT

Most of the ruminant livestock rations in Southeast Asia come from grain crops residues. Rice straw is the main crop residue which farmers usually store and use as ruminant feed in tropical areas especially during the long dry season whereby natural forages are being in constraint. However, feeding rice straw does not provide adequate nutrition for ruminants even for basic living because of its low nutritional value. The nutritional value of rice straw is limited by low levels of intake and slow digestibility and low levels of energy, protein, minerals and vitamins. Various types of treatments to improve the nutritional value of rice straw have been widely carried out including physical, biological and chemical methods. One of them is the fermentation technology that can improve the nutrition of rice straw. This review aims to describe the practical aspects of the fermentation process based on the results of previous study on rice straw to increase its nutritional value.

**Keywords** :livestock, rice straw, ruminant, nutritive value, fermentation.

### ABSTRAK

Sebagian besar ransum ternak ruminansia di Asia Tenggara berasal dari limbah tanaman bijian. Jerami padi adalah limbah utama yang biasanya disimpan dan digunakan oleh peternak sebagai pakan ternak ruminansia di daerah tropis saat musim kemarau panjang dimana hijauan segar sulit diperoleh. Namun demikian, pemberian pakan jerami padi tidak memberikan nutrisi yang cukup untuk ruminansia bahkan untuk hidup pokok karena nilai gizi yang rendah. Nilai gizi jerami padi dibatasi oleh rendahnya tingkat asupan dan lambatnya pencernaan serta rendahnya kandungan energi, protein, mineral dan vitamin. Berbagai macam metode perlakuan telah digunakan untuk meningkatkan nilai gizi jerami padi termasuk fisik, biologis dan kimiawi. Salah satu diantaranya adalah teknologi fermentasi yang dapat meningkatkan nutrisi jerami padi. Ulasan ini bertujuan untuk memaparkan aspek praktis dari proses fermentasi berdasarkan hasil hasil penelitian terdahulu tentang jerami padi untuk meningkatkan nilai gizinya.

**Kata kunci**: ternak, jerami padi, ruminansia, nilai nutrisi, fermentasi

### PENDAHULUAN

Jerami padi merupakan salah satu alternatif yang memiliki potensi menjadi pakan ternak pada kondisi tertentu. Potensi jerami padi tersebut ditunjukkan oleh ketersediaannya yang melimpah dan sebagian besar cenderung tidak termanfaatkan. Sayangnya, proses pembuangan yang sering dilakukan adalah pembakaran di lahan pertanian sehingga akan menimbulkan pencemaran udara. Data dari Litbang pertanian (2012) menunjukkan bahwa limbah jerami yang tidak dimanfaatkan karena dibakar sebesar 37%

dan digunakan sebagai kompos dari alas kandang 36%. Lebih lanjut, hanya sekitar 15% - 22% dimanfaatkan sebagai sumber pakan ternak. Sedangkan menurut Masnun (2014), pemanfaatan jerami padi sebagai pakan baru mencapai 31-39%, selainnya adalah untuk dibakar atau dikembalikan ketanah 36-62 %, serta untuk industri 7-16%. Pemanfaatan jerami sebagai pakan hewan pakan memiliki kelemahan utama pada daya cerna serta nilai gizi yang rendah. Daya cerna yang rendah tersebut disebabkan karena tingginya kandungan lignoselulosa, lignin dan silika, sedangkan nilai gizi yang rendah terutama disebabkan karena sedikitnya

kandungan energi, protein, mineral dan vitamin (Sarnklong *et al.*, 2010 ; Yanuartono *et al.*, 2017). Meskipun demikian, kelemahan kelemahan tersebut dapat diantisipasi melalui berbagai metode perlakuan untuk meningkatkan nilai gizinya. Jerami padi dapat ditingkatkan kualitasnya melalui berbagai macam teknologi. Sudah sejak lama berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan pencernaan dan pemanfaatan residu pertanian termasuk jerami padi (Wanapat *et al.*, 1996). Upaya penerapan tersebut ditekankan pada pemanfaatan teknologi yang bersifat praktis dan ekonomis supaya mudah dilakukan terutama oleh peternak skala kecil. Berbagai penelitian tentang inovasi teknologi yang terkait dengan pemanfaatan jerami padi sebagai sumber pakan berserat bagi ternak ruminansia sudah banyak dilaporkan (Kargbo *et al.*, 2009). Sampai saat ini, metode yang telah banyak dilakukan untuk meningkatkan nilai nutrisi jerami padi adalah perlakuan fisik (Missotten *et al.*, 2010), kimiawi (Han and Garret 1986; Ismail *et al.*, 2012) dan biologis (Mahesh and Mohini 2013; Wang *et al.*, 2016). Menurut Van Soest (2006), metode biologis dan kimia merupakan metode pilihan yang paling sering digunakan.

Salah satu metode pengolahan jerami sebagai pakan ternak yang sederhana, murah dan dapat dilakukan adalah fermentasi. Hasil hasil penelitian dengan menggunakan metode fermentasi jerami padi pada umumnya menunjukkan adanya peningkatan kualitas nilai nutrisinya. Metode fermentasi jerami padi telah banyak diterapkan di kelompok-kelompok ternak oleh lembaga Pemerintah maupun Perguruan Tinggi melalui penyuluhan dan pengabdian masyarakat. Tulisan ini bertujuan untuk mengulas manfaat proses fermentasi yang bertujuan meningkatkan nilai nutrisi jerami padi sebagai pakan ternak ruminansia.

### **Limbah Jerami Padi**

Jerami merupakan bagian vegetatif berupa batang, daun, dan tangkai dari tanaman padi dan merupakan limbah pertanian terbesar di Indonesia (Setiarto,

2013). Produksi jerami padi bisa mencapai 12-15 ton per ha/satu kali panen atau 4-5 ton bahan kering tergantung pada lokasi dan varietas yang digunakan (Yunilas, 2009). Hasil penelitian Haryanto *et al.* (2002) menunjukkan bahwa produksi jerami segar setiap hektar mencapai 12-15 ton/ha/musim dan dapat menghasilkan 5-8 ton/ha setelah melalui proses fermentasi. Ketersediaan jerami mencapai kisaran 55 juta ton setahun namun baru sekitar 31-32% yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Syamsu, 2006; Setiarto, 2013). Jerami padi selain sebagai bahan pembuatan pupuk dan sumber pakan ternak (Pane *et al.*, 2014; Asmin dan La Karimuna, 2014), melalui sentuhan teknologi, jerami padi masih memiliki banyak potensi bagi kehidupan masyarakat diantaranya dapat diolah menjadi sumber energi alternatif seperti biogas (Romli *et al.*, 2014; Dehghani *et al.*, 2015) maupun bioetanol (Yoswathana *et al.*, 2010; Roslan *et al.*, 2011). Berdasarkan produksi yang melimpah tersebut jerami padi memiliki potensi untuk diproses guna meningkatkan nilai manfaatnya sebagai pakan ternak.

Menurut Himmel and Picataggio (2008), jerami padi sebagian besar tersusun dari lignoselulosa dan lignohemiselulosa yang sukar dicerna oleh ternak ruminansia serta mengandung silikat dan oksalat tinggi. Silika dalam jumlah yang cukup tinggi tersebut menghalangi kemampuan mikroba rumen untuk mencernanya. Jorgensen and Olsson (2006) menyatakan bahwa lignoselulosa sendiri tersusun atas selulosa 35-50%, hemiselulosa 25-30% dan lignin 25-30%. Sedangkan menurut Srithongkham *et al.* (2012) jerami padi mengandung selulosa 30-35%, hemiselulosa 25-30%, lignin 15-28% dan abu 4-7%. Menurut Drake *et al.* (2002) jerami padi mempunyai kandungan PK 2-7%, lignin 6-7% dan silika 12-16%. Sharma *et al.* (2001) dan Ganai *et al.* (2006) menyatakan bahwa jerami padi memiliki kandungan 25-45% selulosa, 25-30% hemiselulosa dan 10-15% lignin akan tetapi kandungan nitrogen, vitamin dan mineral rendah. Kandungan protein jerami padi berada dalam kisaran 4,5-4,5%, lebih

rendah jika dibandingkan dengan kandungan protein rumput (5 -9%) sehingga jika digunakan sebagai pakan ternak dalam jangka waktu yang panjang kemungkinan akan berdampak buruk (Martawidjaja, 2003; Bakshi and Wadhwa, 2017).

### Metode Fermentasi Jerami Padi

Menurut Iglesias *et al.* (2014) fermentasi merupakan proses yang memanfaatkan mikroba dengan tujuan merubah substrat menjadi produk tertentu seperti yang diharapkan. Menurut Chilton *et al.*, (2015) definisi pakan fermentasi adalah pakan yang diberi perlakuan dengan penambahan mikro-organisme atau enzim sehingga terjadi perubahan biokimiawi dan selanjutnya akan mengakibatkan perubahan yang signifikan pada pakan. Jerami padi tersedia hampir sepanjang tahun sehingga dapat digunakan sebagai sumber pakan ternak pada saat produksi melimpah. Guna menyediakan pakan ternak secara kontinyu, diperlukan suatu teknologi pengawetan tanpa menurunkan kandungan nutrisinya. Fermentasi merupakan salah satu metode untuk meningkatkan nilai nutrisi yang sesuai dengan karakteristik jerami padi karena prosesnya relatif mudah serta hasilnya bersifat *palatable* sehingga lebih mudah diberikan pada ternak ruminansia (Liu *et al.*, 2015). Fermentasi jerami tidak hanya dapat meningkatkan manfaatnya akan tetapi juga mampu mengurangi polusi karena proses pembakaran di lading sehingga diharapkan dapat menjaga efek keseimbangan ekologis (Balet *et al.*, 2017). Namun demikian, diperlukan upaya yang besar untuk meningkatkan kualitas fermentasi karena rendahnya kandungan karbohidrat terlarut pada jerami (Zahiroddini *et al.*, 2004; Belal, 2013). Penambahan substrat fermentasi baik secara langsung maupun tidak langsung merupakan salah satu metode yang dapat dilakukan guna meningkatkan kualitas hasil fermentasi (Zhang *et al.*, 2010; Malik *et al.*, 2015). Metode penambahan substrat fermentasi baik secara langsung maupun tidak langsung sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas fermentasi telah

banyak dilakukan. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan suatu fermentasi adalah suhu. Pada suhu yang tepat mikroorganisme akan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Disamping itu, fermentasi jerami padi dapat berjalan dengan baik dalam kondisi aerob maupun anaerob dan didominasi oleh bakteri penghasil asam laktat yang bersifat fakultatif anaerob (Mussoline *et al.*, 2012). Fermentasi jerami dapat dilakukan dengan proses anaerob memanfaatkan campuran beberapa bakteri seperti bakteri proteolitik (Watanabe and Hayano, 1993), lignolitik, selulolitik (Wanapat *et al.*, 2013; Saritha *et al.*, 2015), lignoselulolitik dan lipolitik (Kausar *et al.*, 2010). Bakteri tersebut dapat dimanfaatkan sebagai starter inokulan dan berperan meningkatkan nilai nutrisi jerami karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim laktase, selulase, maupun xilanase yang secara berturut-turut mampu menghidrolisis senyawa lignin, selulosa maupun hemi selulosa yang banyak terkandung dalam jerami padi (Howard *et al.*, 2003; Mishra and Pandey, 2007; Aggarwal *et al.*, 2017). Selain kemampuan tersebut diatas, fermentasi mikroba juga dapat meningkatkan palatabilitas, asupan pakan dan kinerja ternak (Colombatto *et al.*, 2007; Gado *et al.*, 2011).

Produk *additive* komersial yang telah dikembangkan dan banyak digunakan untuk proses fermentasi pada pembuatan silase adalah *lactic acid bacteria* (LAB)/ bakteri asam laktat (BAL) dan enzim selulase (Sun *et al.*, 2009; Napasirth *et al.*, 2015). Bakteri asam laktat (BAL) komersial telah lebih dari 20 tahun digunakan sebagai inokulan pada proses fermentasi pembuatan silase dan saat ini semakin mudah diperoleh karena makin banyak diproduksi oleh perusahaan (Ashraf and Smith, 2016; Yazdi *et al.*, 2017). Namun demikian kenyataan dilapangan menunjukkan bahwa tidak semua BAL komersial cocok digunakan di lingkungan yang berbeda dengan asalnya (Filya dan Sucu, 2007). Tujuan pemberian *additive* BAL adalah mempercepat pembentukan asam laktat dan asetat guna mencegah

terbentuknya fermentasi yang tidak dikehendaki (Ennahar *et al.*, 2003). Lebih lanjut, produksi asam laktat menghasilkan suasana asam di dalam lingkungan fermentasi anaerob, nilai akhir pH sekitar 4 dan hasil fermentasi dapat disimpan dalam waktu lama tanpa ada pembusukan. Oladosu *et al.* (2016) menambahkan bahwa penambahan bakteri asam laktat yang tumbuh cepat ditujukan untuk mendominasi seluruh proses fermentasi. Banyaknya bakteri asam laktat akan membantu menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan mempertahankan kualitas massa jerami yang difermentasi. Sebagai indikator kualitas fermentasi jerami padi adalah tingginya kadar asam-asam asetat, propionat, dan butirat (*Volatile Fatty Acids*) (Ohmomo *et al.*, 2002; Hidanah *et al.*, 2016).

Amoniasi merupakan salah satu metode yang telah banyak diterapkan untuk meningkatkan nilai nutrisi jerami. Amoniasi dengan menggunakan urea dapat meningkatkan kandungan gizi dan memiliki kemampuan mencerna limbah serat. Ammoniasi melibatkan dapat melarutkan hemiselulosa, silika dan mengurangi kandungan lignin dari dinding sel (Sheikh *et al.*, 2018). Hasil penelitian Hart and Wanapat (1992) menunjukkan bahwa pemberian urea 5% dalam jerami padi dapat meningkatkan laju partikel pakan dalam rumen, pencernaan dan produksi VFA. Pengembangan dari metode tersebut adalah amoniasi dan fermentasi (amofer) yang bertujuan untuk lebih meningkatkan nilai nutrisi jerami. Teknik amofer memanfaatkan urea untuk proses amoniasi dan bakteri asam laktat (BAL) dalam proses fermentasi. Menurut Mayulu (2014) metode amofer memiliki kemampuan untuk memecah selulosa, hemiselulosa dan kandungan lignin jerami padi sehingga lebih mudah dicerna.

Kelemahan proses fermentasi adalah tingginya tingkat kelembaban yang sering mengakibatkan penurunan nilai gizi dan munculnya kontaminasi aflatoksin. Jerami padi yang digunakan sebagai pakan ternak dapat terkontaminasi aflatoksin sehingga menyebabkan aflatoxicosis pada sapi. Azab

*et al.* (2005) dalam penelitian menyatakan adanya *A. flavus* pada 28% sampel jerami padi. Sedangkan hasil penelitian Bhuiyan *et al.* (2003) menunjukkan bahwa kelembaban tinggi pada fermentasi jerami padi mengakibatkan turunnya kandungannya nutrisi terlarut, daya cerna *in vitro*, degradasi bahan kering. Kelembaban juga mengakibatkan transmisi aflatoksin dari jerami yang difermentasi ke dalam susu meskipun dalam kadar yang rendah. Perbedaan kondisi lingkungan, sistem pertanian, penyimpanan dan praktek penanganan jerami padi mendukung pertumbuhan jamur dan pembentukan aflatoksin (Whitlow *et al.*, 2002)

### **Dampak Fermentasi terhadap Nilai Nutrisi Jerami**

Pemberian jerami padi sebagai pakan tunggal tidak akan pernah mampu menyediakan nutrisi yang cukup bagi kebutuhan ruminansia. Pada dasarnya, kunci untuk meningkatkan nilai nutrisi pada limbah tanaman seperti jerami padi adalah mengatasi hambatan utama pada proses fermentasi oleh mikroba rumen. Hasil penelitian Amin *et al.* (2015) menunjukkan bahwa fermentasi jerami selama 30 jam mampu meningkatkan kadar PK (9,31%), kecernaan bahan kering (38,40%), dan bahan organik (42,93%), serta menurunkan NDF (73,45%), ADF (55,45%), selulosa (13,81%), hemiselulosa (18,00%) dan lignin (16,77%). Penurunan kandungan NDF jerami padi hasil fermentasi kemungkinan diakibatkan oleh aktifitas enzim selulase yang dihasilkan oleh mikroba. Enzim tersebut mendegradasi, merombak, melonggarkan serta memutuskan ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa (Jeya, *et al.*, 2009). Penelitian Basuni *et al.* (2010) juga menunjukkan bahwa fermentasi jerami padi dapat meningkatkan kandungan PK menjadi 9,09% serta menurunkan serat menjadi 18,44%. Lebih lanjut, Bansi *et al.* (2012) dalam penelitiannya menyatakan bahwa fermentasi jerami padi mampu meningkatkan kandungan PK menjadi sebesar 8,79% dan menurunkan kandungan serat kasar menjadi 39,96%. Jerami padi

kering dapat difermentasi dan kemudian diolah menjadi *complete feed* (pakan komplet) dengan menambahkan bekatul atau bahan lain sehingga kadar protein mengalami peningkatan dari 3-4% menjadi 7-8% (Suwignyo, 2003). Hasil penelitian-penelitian tersebut didukung oleh Mulijanti *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa fermentasi jerami padi mampu meningkatkan kandungan PK menjadi 10,48% dan menurunkan serat kasar menjadi 16,74%. Hasil penelitian Yanti *et al.* (2008) menunjukkan bahwa fermentasi dengan mikroorganisme seperti *Lactobacillus fermentum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger* dapat meningkatkan PK serta menurunkan nilai BK. Kemampuan bakteri asam laktat (BAL) untuk mengubah nitrogen non protein menjadi protein akan mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar PK jerami padi fermentasi (Bureenok *et al.*, 2005).

### Dampak Pemberian Fermentasi Jerami Terhadap Produktivitas Ternak

Pemanfaatan jerami padi sebagai pakan akan sangat membantu petani dalam mengatasi masalah kekurangan pakan hijauan terutama pada musim kering yang panjang, terutama bagi usaha peternakan rakyat yang pada umumnya berskala kecil. Banyak hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan menggunakan fermentasi

jerami padi dapat meningkatkan produktivitas ternak ruminansia besar maupun kecil. Hasil penelitian Utama *et al.* (2006) menunjukkan kambing PE yang diberi pakan basal jerami padi fermentasi dengan penambahan konsentrat dapat menggantikan peran rumput segar sebagai sumber serat. Kambing PE tersebut menunjukkan kinerja, produksi susu, bobot lahir anak, pertumbuhan pra-sapih dan bobot sapih yang hampir sama dengan kambing PE yang diberi pakan rumput segar. Penelitian dengan menggunakan sapi bali juga menunjukkan hasil cukup memuaskan. Hasil penelitian (Sugama dan Budiari, 2012) menunjukkan bahwa pakan jerami fermentasi yang dikombinasikan dengan hijauan ditambah 1 kg dedak padi/ekor/hari serta probiotik mampu meningkatkan pertambahan berat badan harian sapi dara betina, *body condition score* (BCS), berat lahir pedet, menurunkan angka *Service per conception* (S/C) tubuh ternak serta jika dibandingkan dengan pakan rumput/HMT Sheikh *et al.* (2017) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa jerami padi yang ditambah urea molase dapat meningkatkan status gizi, berat badan, konsumsi pakan domba *Corriedale*. Hasil penelitian Utomo (2004) menunjukkan tidak adanya perubahan pada produktivitas ternak yang diberi pakan jerami padi fermentasi dibandingkan dengan jerami padi tanpa fermentasi.

Tabel 1. Dampak pemberian fermentasi Jerami padi terhadap produktivitas ternak

Jenis ternak	Pakan	Dampak	Pustaka
Holstein crossbred	Jerami padi fermentasi + konsentrat	Peningkatan asupan pakan dan produksi susu	Wanapat <i>et al.</i> , 2013
Sapi jantan	Jerami + urea molase + konsentrat	peningkatan asupan pakan dan peningkatan ADG	Rahman <i>et al.</i> , 2009
Domba	Jerami padi fermentasi + urea molase	Peningkatan asupan bahan kering	Alam <i>et al.</i> , 2016
Sapi perah	Jerami padi fermentasi + pellet alfalfa	Peningkatan asupan bahan kering	Na <i>et al.</i> , 2014
Sapi potong	jerami padi fermentasi + dedak padi	Peningkatan ADG	Mulijanti <i>et al.</i> , 2014
Kerbau	Jerami padi fermentasi + konsentrat	Peningkatan asupan bahan kering	Kaur <i>et al.</i> , 2008
Sapi potong	Hijauan + Jerami Fermentasi + Mineral blok + Konsentrat	Peningkatan ADG	Yusriani <i>et al.</i> , 2015

Penelitian pada domba yang diberi pakan jerami padi fermentasi tidak menunjukkan perbedaan ADG dan konversi pakan dibandingkan dengan domba yang diberi pakan rumput dan jerami padi tanpa fermentasi. Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh penelitian El-Bordeny *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa domba yang diberi pakan jerami padi fermentasi menunjukkan konversi pakan dan ADG yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian jerami padi tanpa fermentasi. Hasil penelitian tersebut kemungkinan disebabkan oleh respon positif dalam pemanfaatan nutrisi, keseimbangan nitrogen serta penambahan bobot badan terkait dengan pemanfaatan jerami padi melalui proses pengolahan biologis atau fermentasi oleh mikroorganisme tertentu (Khattab *et al.* 2009; Shrivastava *et al.* 2012). Lebih lanjut, selama proses fermentasi terjadi perombakan karbohidrat terstruktur dan non terstruktur sehingga terjadi peningkatan kandungan protein kasar jerami padi (Utomo, 2004).

Tabel 1 menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan menggunakan jerami padi ditambah dengan bahan pakan lain sebagai pendukung. Jerami padi tampaknya tidak pernah diberikan sebagai pakan basal tunggal dalam penelitian yang terkait dengan manfaat jerami padi, baik yang difermentasi maupun tanpa fermentasi. Menurut Shanahan *et al.* (2004), penambahan bahan pakan yang memiliki kualitas tinggi seperti konsentrat dapat dilakukan untuk mengatasi penggunaan jerami padi jika digunakan sebagai pakan basal sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas ternak. Kenyataan tersebut menunjukkan masih diperlukannya penelitian yang lebih mendalam mengenai metode pemrosesan untuk lebih meningkatkan nilai nutrisi jerami padi.

## KESIMPULAN

Pemanfaatan jerami sebagai pakan hewan pakan memiliki kelemahan utama pada daya cerna serta kandungan protein rendah yang rendah, meskipun dapat

ditingkatkan kualitasnya melalui berbagai macam metode pengolahan. Salah satu metode pengolahan jerami sebagai pakan ternak yang sederhana, murah dan dapat dilakukan adalah fermentasi. Secara umum, fermentasi jerami padi dapat meningkatkan nilai nutrisinya sehingga jika diberikan sebagai pakan akan mampu meningkatkan produktivitasnya. Metode fermentasi jerami padi juga harus diteliti dan dievaluasi lebih mendalam untuk mendapatkan produk yang bebas dari bahan toksik seperti aflatoksin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, N.K., V. Goyal, A. Saini, A. Yadav and R. Gupta. 2017. Enzymatic saccharification of pretreated rice straw by cellulases from *Aspergillus niger* BK01. 3 Biotech 7 (158) 1-10. DOI 10.1007/s13205-017-0755-0
- Alam, M.K., Y. Ogata, Y. Sato and H. Sano. 2016. Effects of Rice Straw Supplemented with Urea and Molasses on Intermediary Metabolism of Plasma Glucose and Leucine in Sheep. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 29 (4) :523-529. doi:10.5713/ajas.15.0358.
- Amin, M., S.D.Hasan, O. Yanuario dan M. Iqbal. 2015. Pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas jerami padi amoniasi yang ditambah probiotik *Bacillus Sp.* Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia. 1 (1) : 8-13. ISSN : 2460-6669
- Ashraf, R. and S.C. Smith. 2016. Commercial lactic acid bacteria and probiotic strains- tolerance to bile, pepsin and antibiotics. International Food Research Journal 23(2): 777-789
- Asmin dan La Karimuna, 2014. Kajian pemupukan Kalium dengan aplikasi jerami padi terhadap pertumbuhan dan produksi padi sawah pada lahan sawah bukaan baru di Kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara. JURNAL AGROTEKNOS. 4 No. (3) : 180-188
- Azab, R.M., W.M. Tawakkol, A.M. Hamad, M.K. Abou-Elmagd, H.M. El-Agrab

- and M.K. Refai. 2005. Detection and estimation of aflatoxin B1 in feeds and its biodegradation by bacteria and fungi. *Egy. J. Nat. Toxins*, 2: 39-56.
- Bai, B., C.G. Yan and G.C. Li. 2017. Study on the Characteristics of Straw Fermentation by *Bacillus megaterium* MYB3. *Earth and Environmental Science* 81 (1) : 1-7. doi :10.1088/1755-1315/81/1/012010
- Bakshi, M.P.S. and M. Wadwha.2017. Utilization of rice-straw as livestock feed. *Indian farming* 67(07): 27-29.
- Bansi, H., R. Risiyanto and R. A. Indriawaty. 2012. Use Of Microbes To Improve Nutritional ValueOf Rice Straw. *International Conference on Livestock Production andVeterinary Technology* 2012: 99-103.
- Basuni, R., Muladno, C. Kusmana dan Suryahadi.2010. Model sistem integrasi padi sapi potong di lahan sawah. *Forum Pasca Sarjana*. 33 (3) : 177-190
- Belal, E.B. 2013. Bioethanol production from rice straw residues. *Brazilian Journal of Microbiology* 44, 1, 225-234. DOI: 10.1590/S1517-83822013000100033
- Bhuiyan, A., M. A. Akbar and M. E. Hossain.2003. Nutritive Value of Damp Rice Straw and its Feeding Effect on Aflatoxin Transmission into Cows Milk. *Pakistan Journal of Nutrition* 2 (3): 153-158. DOI: 10.3923/pjn.2003.153.158
- Bureenok, S., T. Namihira, M. Tamaki, S.Mizumachi, Y. Kawamoto and T. Nakada.2005. Fermentative Quality of GuineagrassSilage by Using Fermented Juice of theEpiphytic Lactic Acid Bacteria (FJLB) as aSilage Additive. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18 (6):807-811. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2005.807>
- Chilton, S.N., J.P. Burton and G. Reid. 2015. Inclusion of Fermented Foods in Food Guides around the World. *Nutrients* 7: 390-404. doi:10.3390/nu7010390
- Colombatto, D., F.L. Moulda, M.K. Bhat and E. Owena. 2007. Influence of exogenous fibrolytic enzyme level and incubation pH on the in vitro ruminal fermentation of alfalfa stems. *Animal Feed Science Technology*. 137 (1-2): 150-162. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.10.001>
- Dehghani, M., K. Karimiand M.Sadeghi. 2015.Pretreatment of Rice Straw for the Improvement of Biogas Production. *Energy Fuels*. 29 (6):3770–3775 DOI: 10.1021/acs.energyfuels.5b00718
- Drake, D.J., G. Nader and L. Forero. 2002.Feeding Rice Straw to Cattle. ANRPublication 8079. University of California.
- El-Bordeny, N.E., H.M. Khattab, A.M. El-Badr and M.A. Madkour. 2015. Using of Bio-Upgraded Rice Straw in Growing Lambs Nutrition. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 10 (2): 62-73. DOI: 10.3923/ajava.2015.62.73
- Ennahar, S., Y. Cai and Y. Fujita. 2003. Phylogenetic diversity of lactic acid bacteria associated with paddy rice silage as determined by 16S ribosomal DNA analysis. *Applied and Environmental Microbiology*. 69 (1): 444-451. doi: 10.1128/AEM.69.1.444-451.2003
- Filya, I. and E. Sucu. 2007. The effect ofbacterial inoculants and a chemicalpreservative on the fermentation andaerobic stability of whole-crop cerealsilages. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20 (3): 378 -384. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2007.378>
- Gado, H.M., A.Z.M. Salem, N.E. Odongo and B.E. Borhami. 2011. Influence of exogenous enzymes ensiled with orange pulp on digestion and growth performance in lambs. *Animal Feed Science Technology*. 165 (1-2): 131-136. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.02.016>

- Ganai, A.M., F.A. Matoo, P.K. Singh, H.A. Ahmad and M.H. Samoon. 2006. Chemical composition of some feeds, fodders and plane nutrition of livestock of Kashmir valley. *SKUAST Journal Res* 8:145-151.
- Han, I.K. and W.N. Garret. 1986. Improving the dry-matter digestibility and voluntary intake of low-quality roughage by various treatments: a review. *Korean J Anim Sci* 28: 89-96.
- Hart, F. J. and M. Wanapat. 1992. Physiology of digestion of urea-treated rice straw in swamp buffaloes. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 5 (4):617-622. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.1992.617>
- Haryanto, B., I. Inounu, I.G.M. Budiarsana dan K. Dwiyanto. 2002. *Panduan Teknis Sistem Integrasi Padi-Ternak*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian.
- Hidanah, S., D.S.Nazar, K.Supranianondo, R. Sidik dan S. Mangkoedihardjo. 2016. Volatile Fatty Acids and Ammonia Levels in Local Sheep's Rumen Fluid Fed with Fermented Rice Straw. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*. 8 (2): 1324-1328.
- Himmel, M.E. and S.K.Picataggio. 2008. Our challenge is to acquire deeper understanding of biomass recalcitrance and conversion, in: M.E. Himmel(Ed.), *Biomass recalcitrance. Deconstructing the Plant Cell Wall for Bioenergy*, Blackwell Publishing, USA, 2008.
- Howard, R.L., E. Abotsi, J.E.L. van Rensburg and S. Howard. 2003. Lignocellulose Biotechnology: Issue of Bioconversion and Enzyme Production. *African J. of Biotech.* Vol 2(12): 602-619. DOI: 10.5897/AJB2003.000-1115
- Iglesias, A., A. Pascoal, A. B.Choupina, C. A. Carvalho, X. Feás and L. M. Estevinho. 2014. Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement Strategies for Mead Production. *Molecules* 19: 12577-12590. doi:10.3390/molecules190812577
- Ismail, M., Abd El-Razik, G.A. Abd-Elrahman and M.S. Ayyat. 2012. Effect Of Biological And Chemical Treatments Of Rice Straw On Lamb Performance. *Zagazig J. Agric. Res.* 39 (4): 655-664.
- Jeya, M., Y.W. Zhang, I.W. Kim and J.K. Lee. 2009. Enhanced saccharification of alkali treated rice straw by cellulase from *Trametes hirsuta* and statistical optimization of hydrolysis conditions by RSM. *Bioresour. Technol.* 100 (21): 5155-5161. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.05.040>
- Jorgensen, H. and L. Olsson. 2006. Production of cellulases by *Penicillium brasiliense* IBT20888 – Effect of substrate on hydrolytic performance. *Enzyme and Microbial Technology.* 38 (34): 381-390. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2005.06.018>
- Kargbo, F.R., J. Xing and Y. Zhang. 2009. Pretreatment for energy use of rice straw: A review. *African Journal of Agricultural Research.* 4(12): 1-6.
- Kaur, K., J. Kaur, M. Wadhwa, B. Kumar and M. P. S. Bakshi. 2008. Fermented Rice Straw as a Source of Nutrients for Ruminants. *Indian J. Anim. Nutr.* 25(3): 195-200
- Kausar, H., M. Sariah, H.M. Saud, M.Z. Alam and M.R. Ismail. 2010. Development of compatible lignocellulolytic fungal consortium for rapid composting of rice straw. *Int. Biodeter. Biodegr.* 64 (7):594–600. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2010.06.012>
- Khattab, H.M., H.M. El-Sayed, N.E. El-Bordeny, O.N. Al-Asfour and M.S. Fadel. 2009. Gross performance of Barki lambs fed rations with different ratios of untreated or biologically treated wheat straw. *Egypt. J. Nutr. Feed.* 12: 215-228.

- Litbang Pertanian, 2012. Fermentasi Jerami untuk Pakan Ternak Sapi Edisi 19-25 September 2012 No.3474 Tahun XLIII [www.litbang.pertanian.go.id/.../Fermentasi-Jerami-untuk-Pa.pdf](http://www.litbang.pertanian.go.id/.../Fermentasi-Jerami-untuk-Pa.pdf)
- Liu, J., X. Liu, J. Ren, H. Zhao, X. Yuan, X. Wang, Z. M. S. Abdelfattah and Z. Cui. 2015. The effects of fermentation and adsorption using lactic acid bacteriaculture broth on the feed quality of rice straw. *Journal of Integrative Agriculture* 14(3): 503-513. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60831-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60831-5)
- Mahesh, M. S. and Mohini, M. 2013. Biological treatment of crop residues for ruminant feeding: A review. *Afr. J. Biotechnol.* 12(27): 4221-4231. DOI: 10.5897/AJB2012.2940
- Malik, K., J. Tokkas, R. C. Anand and N. Kumari. 2015. Pretreated rice straw as an improved fodder for ruminants-An overview. *J. Appl. & Nat. Sci.* 7 (1) : 514-520. DOI <https://doi.org/10.31018/jans.v7i1.640>
- Martawidjaja, M. 2003. Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Pengganti Rumput untuk Ternak Ruminansia Kecil. *WARTAZOA* 13 (3): 119-127.
- Masnun, 2014. Teknologi Jerami Fermentasi Sebagai Pakan Ternak. [www.bppjambi.info/dwnpublikasi.asp?id=135](http://www.bppjambi.info/dwnpublikasi.asp?id=135)
- Mayulu, H. 2014. The nutrient potency of palm oil plantation and mill's by-product processed with amofer technology as ruminant feed. *International Journal of Science and Engineering (IJSE)* 6 (2):112-116. DOI: 10.12777/ijse.6.2.112-116
- Mishra, B. K. and A. K. Pandey. 2007. Lata Lignocellulolytic Enzyme Production from Submerged Fermentation of Paddy Straw. *Indian J. Microbiol.* 47 (2):176-179. DOI: 10.1007/s12088-007-0034-6
- Missotten, J.A.M., J. Michiels, A. Olyn, S. De Smet and N.A. Dierick. 2010. Fermented liquid feed for pigs. *Arch Anim Nutr.* 64 (6):437-66. doi: 10.1080/1745039X.2010.512725.
- Mulijanti, S.L. S.Tedy dan Nurnayetti. 2014. Pemanfaatan Dedak Padi dan Jerami Fermentasi pada Usaha Penggemukan Sapi Potong di Jawa Barat. *Jurnal Peternakan Indonesia.* 16 (3): 179-187.
- Mussoline, W., G. Esposito, A. Giordano and P.N.L. Lens. 2012. The Anaerobic Digestion of Rice Straw: A Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 43(9) : 895-915. <https://doi.org/10.1080/10643389.2011.627018>
- Na, Y.J, I.H. Lee, S.S. Park and S.R. Lee. 2014. Effects of Combination of Rice Straw with Alfalfa Pellet on Milk Productivity and Chewing Activity in Lactating Dairy Cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 27(7):960-964. doi:10.5713/ajas.2013.13597
- Napasirth, V., P. Napasirth, T. Sulinthone, K. Phommachand Y. Cai. 2015. Microbial population, chemical composition and silage fermentation of cassava residues. *Animal Sciences Journal* 86 (9): 279-280. doi: 10.1111/asj.12362. Epub 2015 Mar 17.
- Ohmomo, S., O. Tanaka, H.K. Kitamoto and Y. Cai. 2002. Silage and microbial performance, Old story but new problems. *Japan Agricultural Research Quarterly* 36(2): 59-71. DOI: 10.6090/jarq.36.59
- Oladosu, Y., M.Y. Rafii, N. Abdullah, U. Magaji, G. Hussin, A. Ramli and G. Miah. 2016. Fermentation Quality and Additives: A Case of Rice Straw Silage. *BioMed Research International.* 1-14. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/7985167>
- Pane, M.A., M. M. B. Damanik dan B. Sitorus. 2014. Pemberian Bahan Organik Kompos Jerami Padi dan Abu Sekam Padi dalam Memperbaiki Sifat

- Kimian Tanah Ultisol Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Online Agroekoteknologi* . 2.(4): 1426 - 1432
- Rahman, M.A., A.M. Alam and M. Shahjalal. 2009. Supplementation of Urea-Molasses-Straw Based Diet with Different Levels of Concentrate for Fattening of Emaciated Bulls. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 12 (13): 970-975. DOI: 10.3923/pjbs.2009.970.975
- Romli, M., Suprihatin, N. S. Indrasti dan A.Y. Aryanto. 2014. Pembentukan biogas dari jerami padi dan sampah pasar di dalam sistem fermentasi semi kering. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 24 (2):97-104.
- Roslan, A.M., P.L. Ye, U.K.M. Shah, S.A. Aziz and M.A. Hasan. 2011. Production of Bioethanol from Rice Straw using Cellulase by Local *Aspergillus* sp. *International Journal of Agricultural Research* 6(2):188-193. DOI: 10.3923/ijar.2011.188.193
- Saritha, M., R. Tiwari, S. Singh, S. Rana, A. Adak, A. Sharma, A. Arora and L. Nain. 2015. Bioprospecting for Superior Biomass Hydrolysing Fungi from Diverse Habitats. *J Biodivers Biopros Dev* 2 (2): 1-7 doi:10.4172/2376-0214.1000149
- Sarnklong, C., J. W. Cone, W. Pellikaan and W. H. Hendriks. 2010. Utilization of Rice Straw and Different Treatments to Improve Its Feed Value for Ruminants: A Review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23 (5) : 680-692. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.80619>
- Setiarto, R.H.B. 2013. Prospek dan potensi pemanfaatan lignoselulosa jerami padi menjadi kompos, silase dan biogas melalui fermentasi mikroba. *Jurnal Selulosa*. 3 (2): 51 – 66.
- Shanahan, J.F., D.H. Smith, T.L. Stanton and B.E. Horn. 2004. *Crop Residues For Livestock Feed*. Colorado :CSU Cooperative Extension- Agriculture, Colorado State University. <http://www.ext.colostate.edu/pubs/crop/00551.html>
- Sharma, M.N., A Khare and S.K. Gupta. 2001. Hydrolysis of rice hull by crosslinked *Aspergillus niger* cellulase. *Bioresour Technol* 78 (3): 281-284. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00010-4](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00010-4)
- Sheikh, G.G., A.M. Ganai, P.A. Reshi, S. Bilal and S. Mir. 2018. Improved Paddy Straw as Ruminant Feed: A Review. *JOJ scin.* 1(1): 1-8.
- Sheikh, G.G., A.M. Ganai, F.A. Sheikh, S.A. Bhat, D. Masood, S. Mir, I. Ahmad and M.A. Bhat. 2017. Effect of feeding urea molasses treated rice straw along with fibrolytic enzymes on the performance of Corriedale Sheep. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 5(6): 2626-2630
- Shrivastava, B. P. Nandal, A. Sharma, K.K. Jain, Y.P. Khasa, T.K. Das, V. Mani, N.J. Kewalramani, S.S. Kundu and R.C. Kuhad. 2012. Solid state bioconversion of wheat straw into digestible and nutritive ruminant feed by *Ganoderma* sp. rckk02. *Bioresour. Technol.* 107: 347-351. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.12.096>
- Srithongkham, S., L. Vivitchanont and C. Krongtaew. 2012. Starch/cellulose biocomposites prepared by high-shearhomogenization/compression molding. *J Mater SciEng. B* 2 (4): 213-222.
- Sugama, I.N. dan N.G. Budiari. 2012. Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Pakan Alternatif untuk Sapi Bali Dara. *Majalah Ilmiah Peternakan*. 15 (1): 21-25
- Sun, Z.H., S. Liu, G.O. Tayo, S.X. Tang, Z.L. Tan, B. Lin, Z.X. He, X.F. Hang, Z.S. Zhou and M. Wang. 2009. Effects of cellulase or lactic acid bacteria on silage fermentation and in vitro gas production of several morphological fractions of maize stover. *Animal Feed Science & Technology* 152 (3-4): 219-231.

- <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.04.013>
- Sutama, I.K., T. Kostaman dan I. G.M. Budiarsana. 2006. Pengaruh Pakan Berbasis Jerami Padi terhadap Performan Beranak dan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawah. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2006. 550-554
- Suwignyo, B. 2003. Penggunaan *Complete Feed* Berbasis Jerami Padi Fermentasi pada Sapi Australian Commercial Cross Terhadap Konsumsi *Nutrien*, Pertambahan Bobot Badan, dan Kualitas Karkas. Tesis pada Program Pascasarjana, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Syamsu, J.A. 2006. Kajian Penggunaan Starter Mikroba Dalam Fermentasi Jerami Padi Sebagai Sumber Pakan Pada Peternakan Rakyat di Sulawesi Tenggara. Dalam *Seminar Nasional Bioteknologi*. Puslit Bioteknologi LIPI: Bogor.
- Utomo, R. 2004. Pengaruh penggunaan jerami padi fermentasi sebagai bahan dasar pembuatan pakan komplit pada kinerja domba. *Buletin Peternakan* 28 (4): 162-171
- Van Soest, P.J. 2006. Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. *Anim Feed Sci Technol* 130 (3-4):137-171.  
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.01.023>
- Wanapat, M., M. Chenost, F. Munoz and C. Kayouli. 1996. Methods for improving the nutritive value of fibrous feed: Treatment and supplementation. *Ann. Zootech.* 45 (Suppl 1):69-103. DOI: 10.1051/animres:19960621
- Wanapat, M., S. Kang, N. Hankla and K. Phesatcha. 2013. Effect of rice straw treatment on feed intake, rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows. *Afr. J. Agric. Res.* Vol. 8(17):1677-1687. DOI: 10.5897/AJAR2013.6732
- Wang, Y.S., W. Shi, L.T. Huang, C.L. Ding And C.C. Dai. 2016. The effect of lactic acid bacterial starter culture and chemical additives on wilted rice straw silage. *Animal Science Journal* 87 (4): 525-535. doi: 10.1111/asj.12449
- Watanabe, K. and K. Hayano, 1993. Distribution and identification of proteolytic *Bacillus* spp. in paddy field soil under rice cultivation. *Canadian Journal of Microbiology*, 39(7): 674-680, <https://doi.org/10.1139/m93-097>
- Whitlow, L.W. and W.M. Hagler, Jr. 2002. Mycotoxins in feeds. *Feedstuffs*, 1072: 68-78.
- Yanti, Y., B. Rahmi, T. Miyagi, S. Mizumachi, Surahmanto, Y. Kawamoto dan A. Purnomoadi. 2008. Nilai nutrisi jerami padi yang difermentasi dengan mikroorganisme pada suhu yang berbeda. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2008
- Yanuartono, H. Purnamaningsih, S. Indarjulianto dan A. Nururrozi. 2017. Potensi jerami sebagai pakan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 27 (1): 40-62. DOI : 10.21776/ub.jiip.2017.027.01.05
- Yazdi, M. K. S., A. Davoodabadi, H.R.K. Zarin, M.T. Ebrahimi and M.M.S. Dallal. 2017. Characterisation and probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from Iranian traditional yogurts, *Italian Journal of Animal Science.* (162) :185-188, DOI: 10.1080/1828051X.2016.1222888
- Yunilas. 2009. Karya Ilmiah. Bioteknologi Jerami Padi Melalui Fermentasi sebagai Bahan Pakan Ternak Ruminansia. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan. [repository.usu.ac.id/bitstream/handle/.../805/09E01417.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/.../805/09E01417.pdf);
- Yoswathana, N., P. Phuriphapat, P. Treyawutthiwat and M. N. Eshtiaghi. 2010. Bioethanol Production from Rice Straw. *Energy Research Journal* 1 (1): 26-31

- Yusriani, Y., Elviwirda dan M. Sabri. 2015. Kajian Pemanfaatan Limbah Jerami Sebagai Pakan Ternak Sapi di Provinsi Aceh. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 17 (2) :163-169.
- Zahiroddini, H., J. Baah, W. Absalom and T.A. McAllister. 2004. Effects of an inoculant and hydrolytic enzymes on fermentation and nutritive value of whole crop barley silage *Anim. Feed Sci. Technol.* 117 (3):317-330. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2004.08.013
- Zhang, J. G., H. Kawamoto and Y. M. Cai. 2010. Relationships between the addition rates of cellulase or glucose and silage fermentation at different temperatures. *Animal Science Journal*. 81(3):325-330. 10.1111/j.1740-0929.2010.00745.x.