

PEMANFAATAN LIMBAH PADI UNTUK PAKAN PADA SISTEM INTEGRASI TANAMAN-TERNAK

Budi Haryanto dan I.G.M. Budiarsana
Balai Penelitian Ternak

1. PENDAHULUAN

Limbah tanaman padi khususnya jerami dan dedak dapat dimanfaatkan, baik sebagai pakan ternak maupun sebagai bahan dasar yang berkaitan dengan ternak. Potensi hasil jerami setara dengan hasil gabah kering panen yaitu sekitar 5 t/ha. Sebagian besar jerami yang dihasilkan belum dimanfaatkan sebagai pakan ternak, bahkan sering kali justru dibakar untuk mempercepat pembersihan lahan sebelum persiapan pengolahan tanah untuk masa tanam berikutnya. Hal ini mungkin berkaitan dengan rendahnya populasi ternak ruminansia, terutama sapi dan kerbau yang ada di kawasan tersebut yang kemungkinan disebabkan oleh berkembangnya penggunaan mekanisasi pertanian atau sempitnya lahan pekarangan, sehingga penggunaan tenaga kerja ternak untuk pengolahan lahan tidak dilakukan lagi atau sudah jarang pemeliharaan sapi dan kerbau.

Untuk mengoptimalkan usaha tani tanaman padi dapat dikembangkan sistem integrasi antara tanaman dengan ternak, sehingga sebagian besar sumberdaya lokal yang ada dapat dimanfaatkan. Jerami sebagai sumber serat dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia yang mempunyai kemampuan untuk mencerna pakan berserat tinggi melalui proses pencernaan mikrobial rumennya. Di samping jerami limbah padi lainnya yaitu dedak dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak. Hasil dedak dapat mencapai 10% dari beras pecah kulit, sedangkan sekam sekitar 18–22% dari gabah kering giling.

Sementara itu, ternak ruminansia seperti sapi, kerbau, domba, dan kambing dapat menghasilkan bahan organik dalam bentuk kotoran ternak yang dapat diproses guna menghasilkan pupuk organik yang diperlukan untuk mempertahankan kandungan bahan organik tanah yang optimal. Selain optimalisasi pemanfaatan limbah tanaman padi dan sumberdaya lokal yang ada, dari sistem integrasi antara tanaman dengan ternak dapat pula diperoleh keuntungan dalam bentuk produksi daging maupun peningkatan produktivitas lahan, karena terpeliharanya kesuburan lahan secara berkelanjutan.

2. JERAMI

Jerami merupakan bagian batang tanaman padi setelah diambil gabah dari malainya. Dari sudut pandang produksi padi, jerami adalah limbah tanaman padi. Namun dilihat dari sudut pandang usaha peternakan, jerami merupakan bahan pakan yang mempunyai kandungan energi tinggi bagi ternak ruminansia. Berdasarkan anatomi sel, jerami terdiri atas komponen dinding sel tanaman dan isi sel (protoplast). Kandungan zat gizi di dalam jerami selain komponen serat adalah protein, lemak, dan mineral. Kandungan protein jerami pada umumnya rendah, berkisar antara 3–4% dari bahan kering. Sedangkan kandungan lemak sangat kecil. Kandungan mineral yang utama adalah K yang dapat mencapai 1,53% dan Si sekitar 13,0% dari bahan kering, sedangkan unsur-unsur mineral Ca, P, dan Mg relatif rendah. Unsur-unsur mineral yang lain seperti Cu, Fe, dan Zn relatif kecil (Tabel 1) (van Bruchem dan Soetanto, 1988).

2.1 Komponen Serat

Sebagai tanaman yang sudah melampaui fase generatif, jerami mengandung proporsi dinding sel tanaman yang lebih tinggi dibanding isi sel. Dinding sel tanaman merupakan komponen struktural yang dikenal sebagai “serat” dan terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin, sedangkan isi sel mengandung komponen mineral, protein, dan bahan organik terlarut.

Selulosa merupakan rantai panjang dari gula dengan ikatan β (1–4) (ikatan glikosida) yang menyebabkan struktur tersebut mempunyai konformasi yang kuat (Chesson dan Forsberg, 1988). Pemecahan rantai selulosa hanya dapat dilakukan oleh enzim selulase kompleks yang secara sinergis memotong rantai polisakarida tersebut menjadi disakarida (selobiosa), baik dari arah

Tabel 1. Kandungan Mineral dalam Jerami (Van Bruchem dan Soetanto 1988)

Mineral		Kandungan dalam bahan kering	
		mg/kg	%
Kalsium	Ca	3.700	0,37
Magnesium	Mg	1.900	0,19
Fosfor	P	1.400	0,14
Kalium	K	15.300	1,53
Natrium	Na	1.400	0,14
Sulfur	S	400	0,04
Silika	Si	130.000	13,0
Tembaga	Cu	5	0,0005
Besi	Fe	394	0,0394
Mangan	Mn	381	0,0381
Seng	Zn	64	0,0064

dalam maupun luar rantai tersebut. Ternak nonruminansia (unggas) tidak menghasilkan enzim selulase di dalam saluran cernanya, sehingga selulosa tidak dapat digunakan sebagai bahan pakan untuk ternak nonruminansia. Sedangkan ternak ruminansia yang mempunyai mikroba rumen di dalam saluran cernanya, mampu memecahkan ikatan glikosida selulosa yang dibantu oleh enzim selulase kompleks yang dihasilkan oleh mikroba rumen tersebut.

Hemiselulosa adalah komponen dinding sel tanaman yang tersusun atas rantai pentosan dengan ikatan β (1-4) xylosa. Berbeda dengan selulosa, hemiselulosa relatif lebih mudah larut dalam larutan detergen netral, sehingga lebih mudah tercerna juga pada proses pencernaan di dalam saluran cerna ternak ruminansia.

Lignin adalah senyawa aromatik (polifenolik) yang relatif lebih sulit dicerna. Lignin merupakan pengikat struktur selulosa menjadi konformasi molekul yang kuat. Kecernaan selulosa sangat dipengaruhi oleh derajat ikatannya dengan lignin. Semakin tinggi kandungan lignin menyebabkan semakin sulit komponen selulosa tersebut dicerna.

Isi sel yang terdiri atas mineral, pektin, protein, dan bahan-bahan organik terlarut dalam larutan basa (alkalin) tidak menjadi masalah di dalam proses pencernaan ternak ruminansia karena hampir 100% dapat dicerna.

2.2 Degradasi Komponen Serat

Komponen serat mempunyai nilai degradasi yang beragam sesuai dengan kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Hemiselulosa mempunyai nilai degradabilitas yang lebih tinggi daripada selulosa. Hal ini disebabkan oleh perbedaan ikatan dengan lignin dimana selulosa lebih erat terikat dengan lignin membentuk molekul lignoselulosa yang lebih sulit didegradasi. Untuk mendegradasi lignoselulosa perlu kondisi dimana ikatan lignin dengan selulosa dapat dibuat lebih longgar, sehingga pemecahan selulosa secara enzimatik dapat lebih mudah terjadi. Komponen selulosa dapat dibedakan menjadi dua bagian berdasarkan tingkat degradabilitasnya, yaitu selulosa yang dapat didegradasi dan selulosa yang tidak dapat didegradasi. Peranan mikroba dalam menghasilkan enzim pemecah serat sangat menentukan tingkat degradasi serat tersebut. Di dalam rumen ternak ruminansia terdapat berbagai jenis mikroba yang mampu menghasilkan enzim selulase kompleks, di antaranya adalah *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Bacteroides succinogenes*, *Selenomonas ruminantium*, *Ruminococcus albus*, dan lain-lain (Stewart dan Bryant, 1988). Selain bakteri, protozoa juga berperan dalam pemecahan komponen serat pakan. Di antara jenis-jenis protozoa yang dapat diketemukan di dalam rumen adalah *Megasphaera elsdenii* dan *Poliplastron* (Williams dan Coleman, 1988). Fungi dapat pula dijumpai di dalam rumen antara lain *Neocallimastix*, *Piromonas*, dan *Sphaeromonas* (Orpin dan Joblin, 1988).

Mikroba tersebut bekerja secara sinergis dalam mencerna serat dan ada pula yang antagonis karena memerlukan substrat yang sama sebagai sumber gizinya. Proses degradasi serat dan fermentasi oleh mikroba rumen di samping menghasilkan asam-asam lemak mudah menguap rantai pendek seperti asam asetat, propionat, butirat, dan valerat yang merupakan sumber energi bagi ternak ruminansia, juga menghasilkan gas CO₂ dan metan (CH₄). Gas CO₂ dan CH₄ dikeluarkan bersamaan dengan proses eruktasi. Energi dalam bentuk metan di dalam rumen tidak dapat dimanfaatkan ternak. Namun hasil metan oleh bakteri metanogenik yang dilakukan pada pengelolaan kotoran ternak dalam digester anaerobik dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk bahan bakar.

Pola degradasi komponen selulosa di dalam rumen mengikuti kurva Sigmoid, diawali oleh kecepatan degradasi yang rendah kemudian diikuti oleh periode kecepatan degradasi yang tinggi dan akhirnya berkurang, sehingga mendekati asymptot (Orskov, 1982). Kondisi ini berkaitan dengan proses interaksi partikel pakan dengan mikroba rumen, yaitu perlunya pelekatan mikroba pada partikel pakan terlebih dahulu (Akin dan Barton, 1983; Cheng *et al.*, 1990). Selanjutnya proses pengeluaran enzim selulase yang berperan dalam memecah rangkaian polisakarida menjadi partikel-partikel yang lebih kecil hingga seluruh komponen selulosa yang dapat didegradasi (*degradable component*) sudah terdegradasi.

2.3 Komponen Protein

Kandungan protein di dalam jerami dapat ditentukan dengan metode Kjeldahl yaitu menganalisis kandungan nitrogen dengan cara destruksi dan destilasi contoh jerami, kemudian dikalikan dengan faktor 6,25. Karena unsur nitrogen tidak seluruhnya merupakan komponen dari protein akan tetapi dapat pula dalam bentuk nitrat, asam nukleat maupun senyawa lain yang mengandung nitrogen, maka hasil analisis Kjeldahl belum menggambarkan kandungan protein yang sebenarnya.

Kandungan protein jerami sekitar 3–4% berdasarkan bahan kering, meskipun beragam di antara varietas tanaman, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 4.

2.4 Degradasi Protein

Kadar protein kasar merupakan kumpulan dari senyawa-senyawa kimia yang mengandung nitrogen, dan berdasarkan asalnya nitrogen tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu (1) N yang berasal dari asam amino (*aminoacid nitrogen*; AAN) dan (2) N yang bukan protein (*non-protein nitro-*

Tabel 2. Komposisi Kimia Jerami, Dedak, dan Sekam (Tillman *et al.*, 1986)

Bahan	BK%	Abu %	Lemak %	Sera Kasar %	BET N %	Protein Kasar %	TDN %	Ca %	P %	Mg %	K %	Na %	S %	Zn ppm
Jerami 1	100	24,5	2,5	33,8	35,0	4,3	40							
Jerami 2	100	21,2	1,7	35,9	37,4	3,7	39							
Dedak 1	100	11,7	14,1	11,6	48,7	13,8	81	0,12	1,51	1,05	1,74	0,07	-	24,54
Dedak 2	100	14,7	4,9	19,8	50,8	9,9	29	0,23	1,16	1,05	1,86	-	-	0,12
Dedak 3	100	16,3	3,7	27,8	44,7	7,6	14	0,23	1,26	1,05	2,09	-	-	31,98
Katul	100	9,0	12,4	6,0	58,6	14,0	85	0,05	1,48	0,87	1,27	0,12	0,19	28,90
Sekam	100	19,7	1,5	43,3	31,7	3,8	12	0,10	0,15	0,15	0,40	0,14	0,09	-
Rumput Gajah	100	13,4	2,0	38,8	40,3	5,5	45	0,53	0,29	0,29	2,82	-	-	-
Alang-alang	100	7,3	2,3	50,0	35,7	4,7	47	0,13	0,09	-	-	-	-	-
Rumput Panicum	100	11,4	1,0	40,3	42,3	4,9	46	0,26	0,36	-	-	-	-	-

gen; NPN). Pada ternak ruminansia, tingkat degradabilitas protein kasar beragam bergantung pada sifat fisik komponen protein kasar tersebut dan aktivitas enzimatik mikroba rumen.

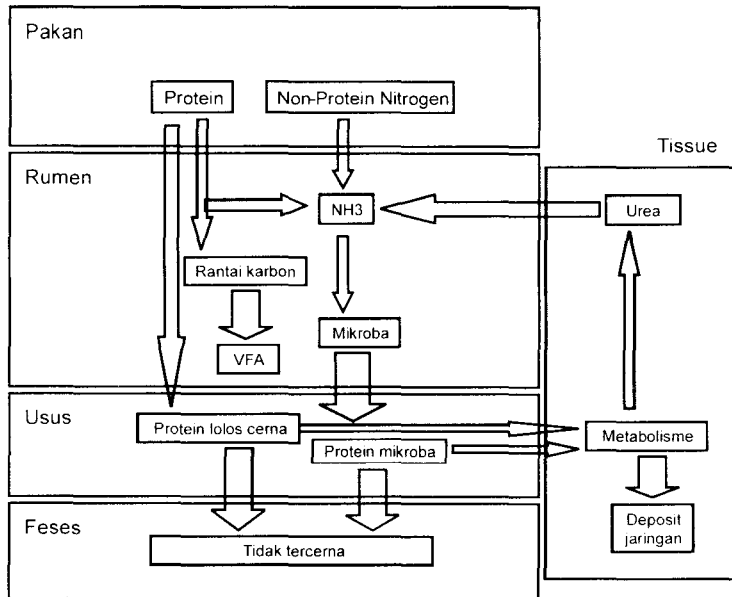
Proses degradasi protein diawali oleh hidrolisis polipeptida menjadi oligopeptida dan seterusnya sampai pada asam amino. Setelah itu degradasi asam amino pakan di dalam rumen terjadi dengan hasil amonia (NH_3) dan rantai karbon. Proses ini disebut deaminasi, karena gugus amino pada asam amino dipisahkan dari rantai karbonnya oleh enzim deaminase. Amonia yang berasal dari degradasi protein ini digunakan oleh mikroba rumen membentuk protein massa sel mikroba, dan pada saatnya nanti akan menjadi sumber protein untuk ternak. Sintesis protein mikroba rumen memerlukan amonia dan asam amino serta energi yang berasal dari fermentasi karbohidrat, dalam bentuk ATP (*Adenosine Triphosphate*). Agar dapat dimanfaatkan oleh ternak, maka protein mikroba ini akan mengikuti aliran digesta ke saluran cerna pascarumen, kemudian dihidrolisis dan diserap sirkulasi darah (Gambar 1).

2.5 Komponen Mineral

Kandungan mineral yang utama adalah Ca, P, K, dan Mg. Besarnya kandungan mineral bergantung pada varietas tanaman dan juga tingkat pemupukan yang diberikan. Jerami cukup tinggi mengandung unsur K yang berguna untuk membuat batang tanaman menjadi lebih kuat dan tahan terhadap serangan mikroorganisme pengganggu tanaman. Unsur yang cukup tinggi di dalam jerami adalah silika (Si) yang dapat mencapai sekitar 13,0% berdasarkan bahan kering. Kandungan mineral di dalam jerami dapat dilihat pada Tabel 1.

2.6 Komponen Vitamin

Jerami yang sudah kering tidak mengandung vitamin A. Kandungan vitamin B juga tidak terdeteksi di dalam jerami kering. Pada jerami segar yang



Gambar 1. Skematik degradasi dan metabolisme protein (Orskov, 1982).

masih berwarna hijau ada kemungkinan masih mengandung vitamin A meskipun sangat rendah.

3. JERAMI SEBAGAI PAKAN TERNAK

3.1 Potensi Ketersediaan Jerami

Luas panen tanaman padi di Indonesia menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) adalah sekitar 11 juta hektar pada tahun 2005 dengan tingkat produktivitas rata-rata 4–5 ton gabah kering panen per hektar. Rendemen beras dari gabah kering panen sekitar 56%, sedangkan dedak sekitar 7%, sekam (kulit gabah) sekitar 34% berat basah, dan menir 3%. Sementara itu, limbah tanaman dalam bentuk jerami dapat mencapai 4–5 t/ha setiap kali sehabis panen. Data ini memberikan gambaran bahwa potensi ketersediaan jerami adalah sekitar 40–50 juta t/ha.

3.2 Pemanfaatan Jerami

Pemanfaatan jerami yang tinggi kandungan seratnya lebih sesuai untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak ruminansia, sedangkan ternak monogastrik seperti unggas dan babi pada umumnya tidak dapat mencerna serat yang ada pada jerami.

Potensi jerami sebagai bahan pakan ternak belum dimanfaatkan secara optimal. Hal ini ditunjukkan oleh adanya pembakaran jerami setelah panen yang berarti menghilangkan bahan organik dalam bahan tersebut. Di samping itu, pengolahan lahan yang harus dilakukan dengan cepat setelah panen menyebabkan sebagian besar jerami juga dikembalikan ke dalam tanah, meskipun tenaga yang diperlukan dalam pengolahan lahan menjadi lebih besar. Di samping itu, pembenaman jerami pada waktu pengolahan lahan dapat menyebabkan suhu tanah meningkat sebagai akibat dari terjadinya proses fermentasi atau degradasi bahan organik jerami, dan memerlukan jangka waktu yang cukup lama, sehingga untuk mengatasi hal tersebut, lebih banyak jerami yang dibakar.

Jerami selain digunakan untuk pakan ternak dapat pula digunakan sebagai bahan media penanaman jamur, bahan pembuatan kertas maupun hal-hal lain yang tidak berkaitan langsung dengan usaha ternak.

3.3 Mutu Jerami sebagai Pakan

Sebagai bahan pakan ternak, jerami mempunyai nilai gizi yang rendah karena kandungan serat yang tinggi dan kandungan protein yang rendah. Nilai pencernaan bahan kering jerami segar pada ternak ruminansia sekitar 30%. Demikian pula komponen serat yang ada di dalam jerami hanya dapat dicerna sekitar 28%, sehingga sebagian besar energi yang terkandung di dalamnya tidak dapat dimanfaatkan oleh ternak dan terbuang bersama kotoran.

Kandungan serat yang tinggi serta rendahnya kandungan protein di dalam jerami menyebabkan pemanfaatannya lebih banyak diberikan sebagai pakan untuk ternak sapi atau kerbau, meskipun ternak domba dan kambing dapat pula diberi pakan jerami.

Komposisi zat gizi jerami beragam bergantung pada beberapa faktor, antara lain varietas tanaman padi, pemupukan yang dilakukan pada tanaman padi serta kondisi ekologi asal tanaman padi. Komposisi zat gizi jerami segar dari berbagai varietas padi seperti disajikan pada Tabel 3 dan 4, meskipun varietas padi yang ada merupakan varietas yang dilepas sudah cukup lama.

Nilai gizi jerami di India dipengaruhi oleh varietas tanaman (Singh, 1992). Disebutkan bahwa jerami varietas Basmati mempunyai nilai pencernaan bahan organik dan bahan kering yang lebih tinggi daripada varietas Sita atau Jaya. Kandungan protein kasar lebih tinggi pada jerami varietas Jaya (5,5%) dibandingkan Basmati (4,1%) atau Sita (3,6%). Nilai pencernaan bahan kering adalah 44,3% untuk varietas Basmati, 36,4% untuk varietas Jaya, dan 36,6% untuk varietas Sita dengan nilai pencernaan bahan organik berturut-turut adalah 54,2%, 44,8%, dan 43,2%. Sedangkan nilai pencernaan protein kasar adalah 63,0% (Basmati), 65,2% (Jaya), dan 51,0% (Sita). Produksi jerami varietas Basmati kira-kira 1,3 kali dari produksi gabah. Basmati dapat menghasilkan

gabah 3,5 t/ha, sementara varietas Jaya dan Sita menghasilkan jerami yang setara dengan hasil gabah yaitu sekitar 5 t/ha.

Sementara itu, kandungan protein kasar, selulosa, hemiselulosa, lignin, dan silika jerami dari berbagai varietas padi di Indonesia (IR36, Batang Pane, IR54, IR64, Citanduy, Progo, Cisadane, Krueng Aceh, Kapuas, dan Tuntang) tidak menunjukkan perbedaan yang besar, terutama pada kandungan protein kasar dengan rata-rata sebesar 5,6%, kecuali varietas Progo (paling rendah 5,0%) dan Tuntang (paling tinggi 6,0%). Pada musim hujan diperoleh kandungan protein kasar yang lebih tinggi (6,0%) dibanding pada musim kemarau (5,1%). Kandungan selulosa tidak berbeda nyata antar varietas (rata-rata 46,7%) dengan kandungan hemiselulosa 25,6%, lignin 7%, dan silika 17,4% (Soebarinoto *et al.*, 1992). Kandungan zat gizi jerami dari varietas yang sekarang banyak ditanam petani seperti Ciherang, Memberamo, Batang Gadis, Sintanur, dan Fatmawati perlu diteliti lebih lanjut.

Tabel 3. Komposisi Kimia Jerami (Soejono *et al.*, 1988)

Komponen zat gizi	Bagian dari jerami			
	Seluruhnya	Ruas	Pelepah	Helai daun
Protein kasar	3,4	1,7–6,4	2,0–6,9	3,2–8,6
Abu	21,0	11–20	14–25	12–25
NDF	72,0	75–85	77–86	71–81
ADF	50,0	55–64	54–62	47–56
Hemiselulosa	22,0	13–28	21–31	20–29
Selulosa	31,0	38–51	33–49	27–35
Silika	11,0	-	-	-

Tabel 4. Komposisi Zat Gizi Jerami Segar (% Berdasarkan Bahan Kering) (Soebarinoto *et al.* 1992; Singh, 1992)

Varietas	Protein kasar	NDF	ADF	Lignin
IR36	5,8	79,4	53,9	7,7
Batang Pane	5,4	83,2	55,5	6,7
IR54	5,2	79,5	53,1	6,7
IR64	5,8	77,5	53,5	6,4
Citanduy	5,7	80,9	54,2	6,7
Progo	5,0	79,2	54,9	6,8
Cisadane	5,6	79,3	53,2	6,9
Krueng Aceh	5,5	78,0	52,8	7,5
Kapuas	5,7	79,2	54,2	7,5
Tuntang	6,0	77,9	52,5	7,6
Basmati	4,1	69,2	-	-
Jaya	5,5	72,9	-	-
Sita	3,6	72,8	-	-

Keterangan: NDF: Neutral detergent fiber; ADF: Acid detergent fiber.

Berdasarkan komponen jerami menunjukkan bahwa rata-rata 63,5% adalah daun, sedangkan 36,5% terdiri atas *panicle* (malai) dan batang (Hermanto *et al.*, 1992). Disebutkan juga bahwa perkiraan kontribusi masing-masing komponen jerami (daun, tulang daun, *panicle*, batang atas, dan batang bawah) berturut-turut adalah 23,6%; 31,8%; 8,0%; 13,9%; dan 22,7% terhadap nilai gizi keseluruhan jerami.

Pemupukan N tidak mempengaruhi kandungan bahan organik di dalam jerami. Kandungan protein kasar meningkat dengan meningkatnya level pemupukan N. Kandungan NDF tidak terpengaruh, demikian pula kandungan selulosa. Kandungan lignin dan silika juga tidak terpengaruh oleh pemupukan N, meskipun ada variasi di antara varietas tanaman sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.

3.4 Peningkatan Mutu Jerami

Peningkatan nilai pencernaan komponen serat (selulosa dan hemiselulosa) dapat dilakukan melalui proses kimiawi, fisik maupun biologis terlebih dahulu sebelum diberikan kepada ternak.

Metode kimiawi yang pernah digunakan dalam upaya peningkatan nilai gizi jerami, antara lain adalah penggunaan NaOH, Ca(OH)_2 , KOH, NH_4OH , dan urea. Di Eropa, perlakuan jerami (gandum) dengan NaOH yang banyak dijumpai. Perlakuan kimiawi ini dapat meningkatkan nilai pencernaan serat

Tabel 5. Pengaruh Tingkat Pemupukan N terhadap Kandungan Gizi Jerami (% Bahan Kering) (Roxas *et al.*, 1985)

Parameter	Tingkat pemupukan N, kg N/ha			
	0	30	60	120
Musim Hujan				
Bahan organik	79,9	78,9	78,5	79,0
Protein kasar	5,58	6,21	6,16	6,88
NDF	66,5	66,8	65,8	65,9
Selulosa	30,8	28,3	29,4	28,5
Lignin	5,5	6,3	5,7	6,0
Silika	16,2	17,1	16,6	16,8
IVOMD, %	47,9	47,5	48,1	48,2
Musim Kemarau				
Bahan organik	82,4	82,1	82,1	81,4
Protein kasar	6,04	6,03	6,62	6,96
NDF	67,6	67,4	67,9	66,0
Selulosa	32,8	32,4	31,9	30,6
Lignin	5,3	5,4	5,6	5,8
Silika	14,7	15,1	15,3	15,9
IVOMD, %	43,9	43,7	42,2	46,1

hingga beberapa % dibandingkan tanpa proses kimiawi. Namun, biaya proses kimiawi menjadi kendala pemanfaatan jerami sebagai bahan pakan ternak.

Perlakuan alkali terhadap jerami secara umum tidak memberikan perbedaan tanggapan, baik pada domba maupun sapi. Penggunaan jerami yang diberi perlakuan alkali hingga 72% di dalam pakan menyebabkan konsumsi yang lebih banyak dan memberikan efisiensi pemanfaatan pakan yang lebih baik dibanding jerami tanpa perlakuan. Selain itu, jerami yang mendapatkan perlakuan alkali juga mempunyai kandungan net energi lebih tinggi, namun pencernaan protein lebih rendah. Apabila digunakan hanya 36% dalam pakan, jerami yang sudah mendapatkan perlakuan alkali tersebut tidak mempengaruhi nilai pencernaan maupun tanggapan ternaknya (Garret *et al.*, 1979). Jadi seharusnya ada batas penggunaan jerami yang mendapat perlakuan alkali dalam pakan ternak.

Metode fisik, antara lain melalui pencacahan (*chopping*) juga pernah dilakukan, namun peningkatan nilai gizinya tidak signifikan. Pembuatan pelet campuran pakan yang mengandung jerami yang disertai dengan perlakuan kimia (alkali) dapat meningkatkan pencernaan bahan organik dan juga meningkatkan sintesis protein mikroba. Namun perlakuan pelet saja tidak memberikan pengaruh yang jelas terhadap sintesis protein mikroba (Pi *et al.*, 2005). Meskipun demikian perlakuan alkali dan proses peletisasi pakan yang mengandung jerami kemungkinan dapat diterapkan lebih luas.

Metode mikrobiologis menggunakan kapang seperti *Pleurotus ostreatus* juga pernah dilakukan dengan hasil yang belum menggembirakan. Metode peningkatan nilai gizi jerami menggunakan kombinasi dari metode kimiawi dan mikrobiologis memberikan hasil yang lebih baik, karena dapat meningkatkan kandungan protein serta meningkatkan nilai degradabilitas komponen serat. Hal ini akan membantu ternak dalam memanfaatkan protein dan serat yang ada di dalam jerami, sehingga produktivitas ternak meningkat pula. Metode ini dikenal sebagai bioproses fermentatif menggunakan bakteri yang berasal dari rumen ternak ruminansia, dan amoniasi menggunakan urea yang sebenarnya bertujuan untuk memberikan pasokan nitrogen (amoniasia) yang diperlukan bagi pertumbuhan bakteri tersebut pada media jerami.

Upaya untuk memanfaatkan jerami sebagai bahan pakan ternak telah dilakukan sejak lama. Penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan nilai gizi jerami sebagai pakan ternak di Indonesia memberikan hasil yang beragam.

Amoniasi jerami merupakan salah satu metode kimiawi yang banyak dilakukan. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil amoniasi antara lain adalah konsentrasi urea yang digunakan, waktu pemeraman serta kondisi awal dari jerami yang diamoniasi. Konsentrasi urea yang terlalu tinggi menyebabkan adanya bau yang menyengat (amoniasia) pada hasil jerami amoniasi, dan hal ini tidak diharapkan karena dapat mengganggu kesehatan ternak seperti terjadinya iritasi saluran pernapasan.

Perlakuan amoniasi menggunakan urea pada tingkat 6% dan 8% (berdasarkan bahan kering) menyebabkan peningkatan nilai pencernaan bahan kering dari 40,6% (jerami tanpa perlakuan) menjadi 50% dan 56,9% berturut-turut untuk jerami yang mendapatkan perlakuan 6% urea dan 8% urea (Soejono dan Utomo, 1992). Lebih lanjut disebutkan bahwa jerami dari berbagai varietas (Krueng Aceh, PB36, PB54, Cimandiri, Citanduy, Cikapundung, Porong, dan Ranau) mempunyai nilai pencernaan bahan organik beragam dari 34,5% hingga 38,8% untuk jerami yang tidak mendapatkan perlakuan amoniasi, sedangkan jerami yang mendapatkan perlakuan amoniasi mempunyai nilai pencernaan bahan organik berkisar dari 35,2% hingga 49,7%. Angka tersebut menunjukkan adanya peningkatan nilai pencernaan bahan organik apabila jerami diberi perlakuan amoniasi.

Pemeraman jerami selama 0, 1, 2, 4, maupun 6 hari menggunakan urea dengan konsentrasi 4% bahan kering, dan kadar air jerami 40% tidak menyebabkan perbedaan pencernaan bahan organik dibandingkan dengan kontrol yaitu berkisar antara 50% hingga 55%. Namun, apabila pemeraman dilakukan hingga 21 hari, maka akan memberikan perbedaan yang nyata, terutama untuk pemeraman 14 hari dan 21 hari dibandingkan dengan kontrol (tanpa pemeraman) (Soejono, 1988).

Pemeraman jerami untuk amoniasi selama 3–4 minggu menggunakan urea pada konsentrasi 6% dan 8% bahan kering tidak berbeda nyata, akan tetapi lebih tinggi daripada jerami tanpa proses amoniasi, apabila dilihat pada parameter pencernaan bahan organik maupun serat detergen netral (NDF) (Chujaemi dan Soejono, 1988). Tabel 6 menunjukkan adanya peningkatan kadar protein kasar dan penurunan kadar NDF dengan perlakuan amoniasi tersebut.

Tabel 6. Komposisi Kimia dan Kecernaan Jerami dengan Perlakuan Amoniasi (Chujaemi dan Soejono, 1988)

Parameter	Jerami tanpa amoniasi	Jerami amoniasi 6%	Jerami amoniasi 8%
Lemak, %	1,20	1,21	1,20
Protein kasar, %	3,45	6,66	8,68
Serat kasar, %	33,02	35,19	36,60
Abu, %	25,06	25,18	25,17
BETN, %	37,27	31,76	28,35
NDF, %	80,00	75,09	73,46
GE, kkal/kg	3539	3927	3934
Kecernaan, %			
Bahan kering	40,65	50,09	56,98
Bahan organik	50,57	60,61	67,42
NDF	46,51	58,07	64,71

Tanggapan ternak yang diberi pakan jerami yang mendapatkan perlakuan amoniasi menunjukkan angka yang lebih baik. Astuti dan Suharto (1988) menggunakan konsentrasi urea 5% dalam proses amoniasi jerami mendapatkan peningkatan kecepatan pertambahan bobot badan harian sapi sebesar 60% bila dibandingkan dengan sapi yang mendapatkan pakan jerami tanpa proses amoniasi (507 g/hari vs. 307 g/hari). Meskipun demikian, amoniasi jerami tidak selalu mendapatkan tanggapan ternak yang lebih baik, tetapi justru dapat lebih rendah dibanding jika diberi pakan rumput alam (Paat *et al.*, 2001). Sapi yang diberi pakan jerami amoniasi memberikan pertambahan bobot badan 0,27 kg/hari sedangkan yang diberi pakan rumput alam dapat memberikan pertambahan bobot badan 0,33 kg/hari. Oleh sebab itu, metode amoniasi ini tidak dilakukan secara berkelanjutan.

Penggunaan campuran jerami-urea-molase yang diperam dalam kantong plastik selama 12 minggu memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan campuran jerami-urea-molase yang diberikan secara langsung pada ternak (anakan sapi FH), bila dilihat pada parameter kecepatan pertambahan bobot badan (0,84 kg/hari vs. 0,68 kg/hari), serta lebih efisien dalam pemanfaatan pakan (Padmowijoto dkk., 1988).

Dari penelitian *in vitro*, Manurung dan Zulfardi (1996) menunjukkan bahwa jerami yang ditambah urea 1,5% dan molases 3% serta diperam selama 21 hari secara anaerob mempunyai mutu yang sama dengan rumput Gajah. Rumput Gajah adalah rumput unggul yang berproduksi tinggi dan mempunyai nilai gizi baik untuk ternak sapi. Kandungan protein kasar rumput Gajah dapat mencapai 9–10% berdasarkan bahan kering.

Bagian atas jerami mempunyai komposisi protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian bawah dari berbagai varietas tanaman padi (Yulistiani dkk., 2000). Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan batas antara bagian atas dan bagian bawah. Apabila yang dimaksud dengan bagian atas adalah sebagian besar terdiri atas malai kosong (merang), maka bagian bawah akan lebih tinggi kandungan proteinnya.

Konsumsi jerami yang terdiri atas daun saja oleh ternak kambing kacang lebih tinggi dibanding bagian batangnya, namun pencernaan bahan kering bagian daun lebih rendah dibanding bagian batang. Suplementasi bungkil kelapa sawit dapat meningkatkan konsumsi pakan dan pencernaan pakan (Phang dan Vadiveloo, 1991).

Perlakuan pemotongan (pencacahan) jerami menjadi partikel yang lebih pendek tidak menyebabkan perbedaan nilai gizi, namun akan mempengaruhi kuantitas konsumsi oleh ternak.

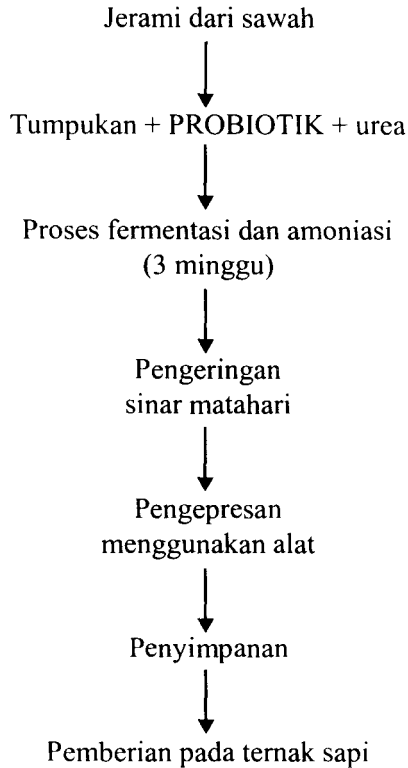
Pada ternak kambing Peranakan Etawah (PE), pemberian pakan jerami plus menir (beras pecah) dengan penambahan urea-molases block (UMB) dapat

meningkatkan persentase karkas dan konversi ransum menjadi lebih efisien (Pamungkas dan Soebarinoto, 1991).

Upaya peningkatan nilai gizi jerami melalui bioproses fermentatif menggunakan campuran bakteri rumen dan amoniasi memberikan hasil yang lebih baik, karena mampu meningkatkan kandungan protein melalui penambahan protein mikroba dan meningkatkan degradabilitas komponen seratnya. Hasil penelitian Haryanto dkk. (2004) menunjukkan adanya peningkatan nilai gizi jerami yang difermentasikan dalam waktu tiga minggu dibanding waktu terfermentasikan 1 dan 2 minggu. Konsumsi jerami fermentasi pada domba cukup tinggi, sehingga dapat menggambarkan adanya palatabilitas yang cukup tinggi. Kecernaan serat (NDF dan ADF) meningkat apabila jerami difermentasikan selama 3 minggu (53,97% dan 51,99%) dibanding satu minggu (48,16% dan 45,09%) atau 2 minggu (49,86% dan 46,27%).

Proses fermentasi jerami dapat dilakukan secara aerobik. Proses pembuatan dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap fermentatif serta tahap pengeringan dan penyimpanan. Pada tahap fermentatif, jerami yang baru dipanen dari sawah dengan kandungan air sekitar 60% dikumpulkan pada tempat yang telah disediakan tersebut. Bahan yang digunakan dalam proses fermentatif adalah urea dan PROBIOTIK, yaitu campuran dari berbagai mikroorganisme yang dapat membantu pemecahan komponen serat dalam jerami tersebut. Jerami padi segar ditimbun dengan ketebalan kurang lebih 20 cm, kemudian ditaburi dengan PROBIOTIK dan urea dengan takaran sebanyak 2,5 kg PROBIOTIK dan 2,5 kg urea untuk setiap ton jerami segar. Tumpukan jerami tersebut dapat dilakukan hingga ketinggian sekitar 3 m, kemudian didiamkan selama 21 hari agar proses fermentatif dapat berlangsung dengan baik. Setelah itu, dilakukan pengeringan dengan cara penjemuran dan dianginkan, sehingga cukup kering sebelum disimpan. Setelah proses pengeringan ini, maka jerami terfermentasi tersebut dapat diberikan kepada sapi sebagai pakan menggantikan rumput segar.

Sebagai gambaran dalam pelaksanaan pembuatan jerami terfermentasikan dapat dilihat dalam alur berikut:



Hasil analisis terhadap jerami fermentasi menunjukkan adanya kandungan protein kasar sebesar 8,58% berdasarkan bahan kering, dengan kandungan NDF dan ADF masing-masing sebesar 61,66% dan 60,63% sedangkan kandungan abu adalah 28,56% (Haryanto dkk., 2005).

Pemanfaatan jerami sebagai pakan ternak ruminansia juga dapat ditingkatkan melalui manipulasi ekosistem rumen agar kinerja mikroba rumen dapat lebih efektif dalam mencerna komponen serat jerami. Oleh karena itu, penambahan berbagai bahan yang dapat merangsang pertumbuhan mikroba rumen, maupun bahan yang dapat membuat lingkungan rumen menjadi lebih kondusif untuk pertumbuhan mikroba dapat disarankan.

3.5 Suplementasi pada Jerami

Suplementasi yang sering dilakukan pada pemberian jerami sebagai pakan adalah penambahan energi, antara lain dalam bentuk molases atau bahan-bahan pakan sumber karbohidrat yang mudah didegradasi (*readily available carbohydrates*). Dedak dapat juga digunakan sebagai suplemen.

Suplementasi mineral juga perlu diberikan agar dapat membuat kondisi lingkungan rumen yang optimal untuk pertumbuhan mikroba. Penambahan Ca dan P dapat meningkatkan ketersediaan unsur tersebut karena kandungan Ca dan P jerami terlalu rendah untuk mencukupi kebutuhan pertumbuhan mikroba rumen. Suplementasi daun leguminosa seperti *Glyricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, atau *Sesbania grandiflora* merupakan alternatif untuk meningkatkan kandungan gizi jerami.

Penggunaan preparat enzim pemecah serat (*fibrolytic enzymes*) sebagai suplemen pada pemberian jerami mampu meningkatkan pencernaan komponen serat secara *in vivo*. Di samping preparat enzim, penambahan probiotik di dalam pakan menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan nilai hayati jerami.

4. DEDAK PADI

Dedak padi merupakan lapisan bagian luar dari butir beras pecah kulit yang diperoleh dalam proses pengesahan (*polishing*) beras. Dedak padi mempunyai kandungan protein yang masih cukup tinggi (sekitar 11%), sedangkan kandungan lemak yang juga cukup tinggi (13–15%). Kandungan vitamin B dan E cukup tinggi, sedangkan vitamin A, C, dan D relatif sangat kecil. Kandungan mineral K (kalium) cukup tinggi, yaitu sekitar 3–4%, sedangkan mineral Ca berkisar antara 0,1% dan 0,3%, sementara mineral P sekitar 1,3% dengan imbalan yang lebih tinggi pada kandungan fosfor (P). Mineral fosfor berada dalam ikatan dengan asam fitat yang memerlukan enzim fitase untuk melepaskannya. Kandungan mineral Zn cukup tinggi (30–35 ppm). Dedak yang bermutu tinggi bahkan masih dapat dikonsumsi manusia dan dapat digunakan sebagai sumber vitamin B. Komposisi kimia dedak padi dapat dilihat pada Tabel 2.

4.1 Dedak Padi sebagai Pakan

Dedak padi sangat baik digunakan sebagai bahan pakan sumber energi bagi ternak nonruminansia dan ruminansia. Berdasarkan kandungan serat kasarnya, dedak padi dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelas, seperti dedak halus, dedak nomor 2, dan dedak nomor 3. Sebagaimana kandungan serat dalam jerami, serat di dalam dedak padi juga terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin, namun secara keseluruhan kandungan serat dedak lebih rendah dibandingkan dengan jerami. Kandungan mineral yang cukup tinggi antara lain kalsium (Ca) dan fosfor (P) membuat dedak padi menjadi bahan pakan yang baik untuk ternak ruminansia. Karakteristik protein dedak padi cukup baik dengan nilai pencernaan sekitar 70% pada ternak ruminansia.

Dedak padi merupakan bahan pakan ternak yang baik untuk ternak unggas sebagai komponen dalam penyusunan ransum. Ternak ruminansia, terutama sapi

perah dan sapi potong juga memerlukan dedak padi dalam ransumnya agar produktivitasnya lebih tinggi. Hasil sampingan pengolahan padi sebenarnya tidak hanya dedak, tetapi juga sekam dan bekatul. Dedak merupakan butiran halus berbentuk bubuk yang mengandung lapisan kulit ari biji padi. Biasanya dedak tercampur dengan serpihan kecil sekam dan bekatul, akibat proses penggilingan itu sendiri. Sedangkan bekatul biasanya berbentuk butiran kecil yang mengandung kulit ari beras maupun serpihan kecil beras. Persentase hasil bekatul, dedak, dan cecahan sekam pada dedak sangat dipengaruhi oleh alat yang digunakan dan derajat kekeringan padi itu sendiri. Dalam kaitannya dengan mutu dedak (Tillman *et al.*, 1986) dedak padi dibagi menjadi dua jenis, yaitu dedak kasar dan dedak halus. Dedak kasar adalah hasil penggilingan padi secara tradisional yang banyak mengandung sekam, sehingga mempunyai nilai gizi yang rendah. Sebaliknya dedak halus merupakan produksi dari penggilingan secara modern dan hasilnya mempunyai nilai gizi yang lebih baik.

Dedak padi yang jumlahnya sekitar 10% dari jumlah beras pecah kulit yang digiling mempunyai kandungan energi dan protein yang cukup baik. Kandungan gizi dedak padi sangat beragam bergantung pada jenis padi dan macam mesin penggiling yang digunakan. Pencampuran dedak yang dicampur dengan sekam yang telah digiling, menurunkan mutu atau nilai gizi dedak, yang diindikasikan dengan tingginya kandungan serat kasar dedak campuran tersebut. Creswell (1987) melaporkan bahwa hasil analisis dari empat sampel dedak yang berasal dari Indonesia memiliki kandungan protein kasar 12,7–13,5%, lemak 10,6–13,6%, dan serat kasar 8,2–12,2%. Kandungan serat kasar dan minyak yang tinggi menyebabkan penggunaan dedak padi dalam ransum unggas menjadi terbatas. Minyak dedak mudah terhidrolisis menjadi asam lemak bebas, sehingga sulit dicerna dan diserap oleh ayam, dan sebagai konsekuensinya penampilan ternak menjadi lebih rendah.

Penggunaan dedak dalam konsentrat ternak ruminansia hanya dibatasi oleh kandungan gizi bahan tersebut. Pemberian dedak sebagai suplemen untuk menggantikan 30% bahan kering dari rumput memberikan pertumbuhan yang lebih baik pada sapi Bali (Nitis dan Lana, 1983). Soedarsono dkk. (1991) melaporkan penggunaan dedak 45% dalam konsentrat domba penggemukan menghasilkan pertumbuhan yang sangat baik. Sementara penggunaannya sebagai pakan tambahan untuk ternak domba sejumlah 400 g/ekor/hari dapat memberikan pertambahan bobot hidup harian yang nyata lebih tinggi, yakni 42,3 g (Mathius dkk., 1981).

Penggunaan dedak dalam ransum unggas sudah banyak diteliti, dengan hasil yang cukup beragam. Secara umum, penggunaan dedak dalam ransum broiler disarankan tidak melebihi 10% dan dalam ransum ayam petelur tidak melebihi 20% (Creswell, 1987). Hamid dan Jalaludin (1987) melaporkan bahwa pemberian dedak sebanyak 33% dalam ransum ayam sudah menyebabkan

penurunan produksi telur dari 75% (kadar dedak 12,5%) menjadi 71%. Akan tetapi, penggunaan dedak hingga 30% dalam campuran pakan ayam petelur sangat umum digunakan oleh peternak. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tingkat penggunaan dedak yang tinggi (hingga 50%) dalam ransum ayam petelur dapat digunakan asalkan memperhatikan ketersediaan zat gizi mineral Zn, seperti terlihat pada Tabel 7. Adanya zat antigizi myoinositol heksa fosfat (asam fitat) di dalam dedak dapat menghambat ketersediaan mineral ransum bagi ternak karena mineral tersebut dapat terikat erat dalam molekul fitat, sedangkan untuk melepaskan ikatan tersebut diperlukan enzim phitase dan ternak unggas tidak menghasilkan enzim tersebut.

Penggunaan dedak dalam ransum ayam buras sedang bertumbuh hingga 50% dapat dilakukan asalkan diikuti dengan suplementasi kalsium yang cukup (Nataamijaya dkk., 1992). Sedangkan pada ayam buras dewasa (petelur) pemberian hingga 60% sudah dilaporkan oleh Gultom dkk. (1989), dengan produksi telur yang cukup baik. Pada itik lokal, penggunaan dedak hingga 60% dalam ransum pertumbuhan dan hingga 75% dalam ransum petelur masih dapat dilakukan asalkan ransum disusun mencukupi zat gizi yang dibutuhkan (Tangendjaja dkk., 1986 dan Tangendjaja, 1988).

Pemanfaatan dedak sebagai pakan sebaiknya digunakan dedak yang masih segar. Penyimpanan dedak dalam waktu lama akan menurunkan nilai palatabilitas dan nilai gizinya. Kandungan lemak yang masih cukup tinggi menyebabkan dedak tidak dapat disimpan dalam jangka waktu lama. Oksidasi lemak tersebut akan menyebabkan bau tengik (*rancid*), sehingga disarankan dedak sebaiknya tidak disimpan untuk lebih dari dua minggu. Upaya untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan melalui pengurangan kandungan lemak, tetapi memerlukan biaya yang tinggi. Penyimpanan dapat pula dilakukan dengan mengusahkan agar tidak terjadi kontaminasi dengan oksigen, jadi harus disimpan dalam kondisi hampa udara menggunakan pengemas yang kedap udara.

Walaupun mungkin dapat dimanfaatkan sebagai bahan farmasi, pangan, pupuk, dan bahan bakar, namun penggunaan dedak sebagai pakan ternak menjadi prioritas. Kebanyakan dedak dipergunakan untuk pakan ternak yang memamah biak (sapi, kerbau, domba, kambing) dan ternak yang berlambung tunggal monogastrik (kuda dan babi). Berbagai negara juga memanfaatkan dedak sebagai pakan ikan.

Tabel 7. Penampilan Ayam Petelur yang Diberi Ransum Dengan Kadar Dedak yang Tinggi (Piliang *et al.*, 1988)

Parameter	Kontrol	Dedak 25% + 125 ppm Zn	Dedak 50% + 125 ppm Zn
Konsumsi ransum (g/e/h)	14,8	111,8	106,5
Produksi telur (% HD)	80,5	77,7	75,5
Berat telur (g/butir)	57,2	55,4	59,9

Penggunaan dedak sebagai pakan ternak telah dilakukan sejak lama. Pengamatan-pengamatan Morrison (1959) memperkirakan bahwa dedak bernilai gizi sama dengan gandum untuk ternak sapi perah. Peningkatan kadar serat kasar dedak yang digunakan pada ransum ayam dapat menyebabkan perubahan kadar kolesterol pada beberapa bagian tubuh ayam yang tidak sama, yaitu menurunkan kadar kolesterol (pada daging, kulit, dan serum), tetapi dapat meningkatkan kolesterol dalam hati. Sementara itu, pemberian pakan pada ternak ayam pedaging dengan membandingkan sumber bahan pakan basal antara dedak dan *pollard* menunjukkan bahwa jumlah pakan yang dikonsumsi, penambahan bobot badan (PBB) dan kematian (mortalitas) ternak tidak dipengaruhi oleh ransum basal tersebut (Ketaren dkk., 2002).

Dedak yang digunakan sebagai bahan pakan untuk itik sebanyak 45% ransum ternyata memberikan pendapatan yang lebih tinggi apabila ditambahkan 10% dedak yang difermentasi (Rohaeni dkk., 2004). Demikian pula pengamatan dengan menggunakan dedak sebanyak 40% pada ransum itik (Sinurat dkk., 1993) tidak mengganggu pertumbuhan maupun nilai konversi pakan dan memberikan tingkat keuntungan tertinggi; di samping itu hasil karkas itik tidak dipengaruhi oleh tingkat penggunaan dedak dalam ransum.

Dedak yang telah dihilangkan kandungan lemaknya (*de-oiled rice bran*) dapat menggantikan jagung dalam ransum hingga 50% untuk domba tanpa mempengaruhi tanggapan penampilan ternak (Garg *et al.*, 2004). Sedangkan apabila dedak yang sudah dihilangkan lemaknya itu digunakan untuk menggantikan komponen jagung seluruhnya, ternyata akan menurunkan nilai pencernaan protein dan serat pakan.

4.2 Penentuan Mutu Dedak

Salah satu cara untuk menentukan mutu dedak sebagai bahan pakan ternak yaitu melakukan pengujian. Pengujian dapat dilakukan dengan cara yang sederhana maupun dengan cara laboratorium. Pengujian dengan menggunakan alat di laboratorium hasilnya lebih akurat. Hasil analisis laboratorium pada komposisi kimia yang dilaporkan oleh para peneliti dari berbagai negara sangat beragam. Kandungan air dapat 8,4%–14,7%, sedangkan kandungan protein beragam dari 11,8% hingga 17,2%, kandungan lemak beragam dari 10,9% hingga 21,7% dengan kandungan serat kasar antara 8,7%–17,3%. berdasarkan bahan kering. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil analisis selain campuran kadar sekam dalam dedak antara lain proses penggilingan dan varietas padi (Houston, 1972). Faktor lain yang mempengaruhi adalah keadaan lingkungan tempat padi tumbuh, penyebaran kandungan-kandungan kimia dalam butir padi, ketebalan lapisan-lapisan luar, ukuran, dan bentuk butiran, ketahanan butir padi terhadap kerusakan dan goresan (abrasion), serta teknik analisis yang dilakukan.

Tabel 8. Standar Mutu Dedak No. SNI 01-3178-1996/Rev. 92 (Agribisnis.deptan.go.id)

Komposisi	Mutu I	Mutu II	Mutu III
Air (%) maksimum	12	12	12
Protein kasar (%) minimum	12	10	8
Serat kasar (%) maksimum	11	14	16
Abu (%) maksimum	11	13	15
Lemak (%) maksimum	15	20	20
Asam Lemak Bebas (%) terhadap lemak maksimum	5	8	8
Ca (%)	0,04–0,3	0,04–0,3	0,04–0,3
P (%)	0,6–1,6	0,6–1,6	0,6–1,6
Aflatoksin (ppb) maksimum	50	50	50
Silika (%) maksimum	2	3	4

Berkaitan dengan mutu dedak dan untuk melakukan pengawasan terhadap penggunaan dedak sebagai bahan baku pakan, maka diterbitkan suatu standar yang harus dipenuhi untuk dapat dipergunakan oleh konsumen, produsen, pedagang, dan instansi yang memerlukan yaitu standar mutu dedak dengan SNI 01-3178-1996/Rev.92 yang merupakan perubahan dan penyempurnaan dari SNI 01-3178-1992 (Tabel 8).

4.2.1 Cara Menentukan Mutu Dedak di Lapangan

Beberapa cara dapat dilakukan untuk menentukan mutu dedak di lapangan, yaitu dengan cara uji kekompakan, uji phloroglucinol, dan uji apung sekam.

Uji kekompakan dedak dilakukan melalui cara mengepalkan sejumlah dedak dalam genggam tangan. Dedak yang bermutu baik akan masih menggumpal berbentuk cetakan tangan pada saat genggam telapak tangan dibuka. Semakin kuat gumpalan dedak, semakin bagus.

Uji phloroglucinol merupakan uji kualitatif kontaminan (banyak/sedikitnya kontaminan) yang terkandung dalam dedak menggunakan larutan phloroglucinol 250 ml yang terdiri atas 200 ml HCl 2 N + 50 ml etanol absolute + 2,5 g dedak. Bahan dan alat yang diperlukan adalah: cawan petri, pipet, timer, dedak standar, dedak uji, selanjutnya dilakukan proses pengukuran sbb:

1. Dedak ditimbang ± 2 gram, kemudian dimasukkan ke cawan petri.
2. Ditambahkan 10 ml larutan phloroglucinol.
3. Digoyang-goyang hingga larutan merata ke permukaan bekatul.
4. Dibiarkan dan ditunggu selama 15 menit.
5. Amati perubahan warna pada bekatul (serpihan partikel yang berwarna merah merupakan sekam).
6. Bandingkan dengan bekatul standar (mutu baik).

Uji apung sekam dilakukan dengan cara memasukkan dedak ke dalam air selama kurang lebih 15 menit dan jumlah sekam yang mengapung diamati.

4.2.2 Penyimpanan Dedak

Kandungan lemak yang tinggi dalam dedak dapat menyebabkan kerusakan karena adanya proses oksidasi lemak yang menyebabkan bau tengik. Oleh karena itu, perlu ada cara penyimpanan yang baik agar mutu dedak dapat bertahan lama. Beberapa jenis jamur yang dapat merusak mutu dedak ditunjukkan dalam Tabel 9.

Peningkatan ketahanan simpan dedak pernah dicoba dengan pemanasan (*roasted*) atau dengan pemasakan ekstrusi dan penggunaan antioksidan. Pemasakan ekstrusi dapat meningkatkan pencernaan lemak apabila diberikan sebagai pakan pada ayam pedaging (*broiler*). Meskipun demikian, semakin lama dedak disimpan semakin rendah nilai pencernaan lemaknya (Mujahid *et al.*, 2003).

5. SEKAM PADI

Sekam padi adalah kulit luar dari butir gabah. Sebagian besar terdiri atas serat kasar, silika, dan mineral. Kandungan protein rendah, sekitar 3,8% (Tillman

Tabel 9. Jenis Jamur Perusak Bahan Pakan Butiran dan Bijian Selama Penyimpanan (Williams, 1991)

Jenis jamur	Kadar air optimal (%)	Bentuk kerusakan
<i>Aspergillus halophilicus</i>	13,5–14,3	Warna berubah (gelap), mematikan embrio
<i>A. restictus</i>	13,8–14,5	Warna berubah (gelap), mematikan embrio, spora menyebabkan bau apek.
<i>A. glaucus</i>	14,0–14,5	Warna berubah (gelap), mematikan embrio, spora menyebabkan bau apek.
<i>A. candidus</i>	15,0–15,5	Warna berubah (gelap), mematikan embrio, spora menyebabkan bau apek, suhu tumpukan meningkat.
<i>A. ochraceus</i>	15,0–15,5	Warna berubah, mematikan embrio, menghasilkan racun okhratoxin
<i>A. flavus</i>	17,5–18,5	Warna berubah (gelap) mematikan embrio, menghasilkan racun aflatoxin.
<i>Penicillium cyclopium</i>	17,0–23,0	Menyebabkan pembusukan, perubahan warna nyata, produksi mycotoxin.
<i>Penicillium</i> sp.	17,0–23,0	Menyebabkan pembusukan, perubahan warna nyata, produksi mycotoxin.
<i>Trichothecium</i> spp.	17,0–23,0	Perubahan warna, menghasilkan T2-Toxin (trichothecenes)

et al., 1986), dengan sifat pencernaan pada ternak ruminansia yang rendah pula. Kandungan mineral relatif rendah. Kandungan Ca sekitar 0,10% dan P sekitar 0,15%, sedangkan kandungan K lebih tinggi yaitu sekitar 0,40%. Sebagai bahan pakan, sekam padi mempunyai nilai gizi yang rendah, baik bagi ternak nonruminansia maupun ruminansia. Pemanfaatan sekam padi sebagian besar untuk alas kandang, namun lebih banyak yang tidak dimanfaatkan atau dibakar untuk diambil abunya.

5.1 Sekam Padi Kurang Cocok sebagai Pakan

Sebagai bahan pakan, limbah padi dalam bentuk sekam mempunyai nilai gizi yang rendah bila diberikan kepada ternak. Ternak monogastrik bahkan tidak mampu memanfaatkan sekam padi sebagai bahan pakan karena tidak mempunyai produksi enzim pemecah serat dalam saluran pencernaannya. Ternak ruminansia yang mempunyai dukungan mikroba penghasil enzim pemecah serat dalam saluran pencernaan (rumen) ternyata juga tidak dapat memanfaatkan sekam padi secara baik.

Upaya penggilangan sekam padi dan kemudian dicampurkan pada dedak, tidak disarankan karena dapat menurunkan nilai gizi dedak dan berdampak pada penurunan produktivitas ternak. Upaya peningkatan mutu sekam agar dapat digunakan sebagai pakan ternak pernah dilakukan menggunakan metode suplementasi multi enzim (ferulic acid esterase, xylanase, cellulase, endo-glucanase [I, II], and β -glucanase) secara *in vitro* dan dilaporkan dapat meningkatkan nilai pencernaan bahan kering dalam media inkubasi. Namun sekam yang digunakan adalah sekam dari oat (Yu *et al.*, 2005).

Pemanfaatan sekam padi lebih baik digunakan sebagai alas kandang, baik pada ternak unggas maupun ternak ruminansia. Selanjutnya sekam padi yang telah digunakan sebagai alas kandang tersebut dapat dimanfaatkan untuk bahan pembuatan pupuk organik.

6. SISTEM INTEGRASI TANAMAN PADI DENGAN TERNAK SAPI

Potensi produksi jerami adalah sekitar 5 t/ha setiap kali panen. Apabila dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak sapi sebagai sumber serat, potensi tersebut dapat mendukung kebutuhan 1–2 ekor sapi dewasa selama setahun. Meskipun demikian, untuk mendapatkan produk ternak yang lebih baik perlu tambahan pakan konsentrat sebagai sumber protein dan energi tambahan. Dedak yang bermutu baik mempunyai kandungan protein sekitar 10%, cukup untuk meningkatkan mutu pakan yang bersumber dari jerami.

Pengolahan jerami secara fermentatif yang dilanjutkan dengan perlakuan mekanik akan dapat menghasilkan produk pakan ternak yang bermutu dan

mudah serta efisien dalam penanganannya. Bahan pakan ternak ini dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama, sehingga memberikan jaminan ketersediaan pakan sepanjang tahun, terutama selama musim kemarau. Di samping itu, hasil pengolahan jerami ini akan dapat meningkatkan pendapatan petani melalui sistem usaha terpadu antara tanaman padi dengan ternak. Sumber pendapatan petani menjadi lebih beragam, yaitu dari hasil tanaman padi, hasil ternak, serta produk pupuk organik.

6.1 Pemanfaatan Jerami untuk Kompos

Jerami dapat digunakan sebagai bahan pembuatan kompos untuk membantu meningkatkan kandungan bahan organik dan unsur hara tanaman dalam tanah. Pembuatan kompos memerlukan waktu sekitar tiga minggu dengan bantuan mikroba pengurai bahan organik seperti *Aspergillus* sp. atau *Trichoderma* spp. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa degradasi jerami dalam proses dekomposisi alami memerlukan waktu cukup lama, bahkan sampai delapan bulan belum terdegradasi sempurna.

6.2 Produksi Gas Rumah Kaca (GRK)

Sawah sebagai penghasil gabah juga menghasilkan gas metan dan CO₂ yang berasal dari proses fisiologis tanaman maupun fermentasi bahan organik yang terjadi dalam tanah. Gas karbon dioksida (CO₂) dan metan ini berpeluang menjadi penyumbang meningkatnya gas yang menyebabkan efek rumah kaca, sehingga mempengaruhi suhu global. Penelitian mengenai emisi gas dari daerah persawahan menunjukkan bahwa produksi gas metan beragam yang dipengaruhi oleh sifat morfologi dan fisiologi tanaman, sistem perakaran, pengelolaan hara, dan pengelolaan air. Pola usaha mina-padi yang di lengkapi dengan pengembangan tanaman azola mampu menurunkan emisi gas metan. Emisi gas metan dapat mencapai 45–152 kg/ha lahan sawah per musim tanam (Tabel 10).

Ternak ruminansia juga menghasilkan gas metan yang mempunyai efek rumah kaca. Produksi gas metan dari ternak ruminansia sekitar 8–15% dari

Tabel 10. Kandungan O₂ dan Emisi Gas Metan dari Pola Budidaya yang Berbeda (Puslitbang Tanah dan Agroklimat, 2005)

Sistem budi daya	Kadar O ₂ dalam air ppm	Emisi gas metan (kg/ha)	Hasil gabah (t/ha)
Padi	7,2	66	5,21
Mina-padi	7,6	57	5,29
Mina-padi + 2 t azolla/ha	8,0	45	5,55
Mina-padi + 4 t azolla/ha	7,0	152	5,96

energi yang dikonsumsi setiap hari. Data menunjukkan bahwa produksi gas metan dari ternak ruminansia menyumbang sekitar 24% dari total gas rumah kaca yang dihasilkan (Johnson *et al.*, 2001). Pembentukan gas metan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain, konsumsi bahan organik dalam pakan, efektivitas pencernaan di dalam rumen, suhu lingkungan, jenis ternak, populasi, dan komposisi berbagai spesies mikroba rumen. Demikian juga manajemen limbah ternak dapat mempengaruhi besarnya gas metan yang terbentuk. Apabila dikelola dengan baik dan benar, maka limbah ternak dapat dijadikan sumber energi alternatif dalam bentuk gas metan.

7. PENUTUP

Sistem integrasi tanaman-ternak terutama antara tanaman pangan (padi) dengan ternak ruminansia (sapi) dapat menjadi potensi yang besar dalam meningkatkan hasil usaha tani dan memberikan keuntungan berkaitan dengan pelestarian kesuburan lahan persawahan. Upaya ke depan perlu dikembangkan model usaha tani terpadu pada skala yang lebih luas dengan tujuan akhir untuk menyejahterakan kehidupan masyarakat di pedesaan serta menunjang kebutuhan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akin, D.E. and F.E. Barton. 1983. "Rumen Microbial Attachment and Degradation of Plant Cell Walls". *Fed. Proc.*, 42: 114–121.
- Astuti, T. dan I. Suharto. 1988. "Penggemukan Sapi Potong Menggunakan Jerami Amoniasi dan Pakan Konsentrat pada Tingkat Petani-Peternak di Pedesaan". *Prosiding Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Manfaat Lainnya*. Bioconversion Project Second Workshop on Crop Residues for Feed and Other Purposes. Grati. Hal. 106–116.
- Cheng, K.J. *et al.* 1990. The Importance of Adhesion in Microbial Digestion of Plant Materials. In Hoshino, S. *et al.* (Ed.), *The Rumen Ecosystem*. JSSP. Tokyo. p. 129–135.
- Chesson, A. and C.W. Forsberg. 1988. "Polysaccharide Degradation by Rumen Micro-organisms". In Hobson, P.N. (Ed.), *The Rumen Microbial Ecosystem*. London: Elsevier Science Publishers. p. 251–284.
- Chuhaemi, S. dan M. Soejono. 1988. "Pengaruh Urea Amoniasi terhadap Komposisi Kimia dan Nilai Gizi Jerami untuk Sapi Peranakan Ongole". *Prosiding Limbah Pertanian sebagai pakan dan manfaat lainnya*. Bioconversion Project Second Workshop on Crop Residues for Feed and Other Purposes. Grati. Hal. 67–74.

- Creswell, D. 1987. "A Survey of Rice Byproducts from Different countries". *Monsanto Technical Symp.*, p. 4–35.
- Garg, A. K. *et al.* 2004. "Effect of Replacing Maize Grain with De-oiled Rice Bran on Intake and Utilisation of Nutrients in Adult Ewes". *Small Ruminant Research*, (52): 75–79.
- Garrett, W.N. *et al.* 1979. "Tanggapanse of Ruminants to Diets Containing Sodium Hydroxide or Ammonia Treated Rice Straw". *J. Anim Sci.* 48:92–103.
- Gultom, D. dkk. 1989. "Protein dan Energi Rendah dalam Ransum Ayam Buras Periode Bertelur". *Prosiding Seminar Nasional Tentang Unggas Lokal*. Semarang: Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro. Hlm. 51–57.
- Hamid, R. and S. Jalaludin. 1987. "Effects of Rice Bran on Production Performance of Laying Hens Offered Diets with Two Levels of Energy Protein". *Proc. 10th Ann. Conf. MSAP*. p. 307–310. University Pertanian Malaysia, Selangor.
- Haryanto, B. dkk. 2005. "Peningkatan Nilai Hayati Jerami melalui Bioproses Fermentatif dan Penambahan Zinc Organik". *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Hlm. 473–478.
- Haryanto, B. dkk. 2004. "Pemanfaatan Probiotik dalam Bioproses untuk Meningkatkan Nilai Gizi Jerami untuk Pakan Domba". *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan*. Hlm. 298–304.
- Hermanto, *et al.* 1992. "Variation in In-Sacco Degradation between Rice Straw Varieties Related to Morphological Composition". *Proc. Livestock and Feed Development in the Tropics*. Malang: Brawijaya University. p. 225–232.
- Houston, D.F 1972. "Rice Bran and Polish". In Houston, D.F. (Ed.), *Rice Chemistry and Technology*. Am. Assoc. Minnesota: Cereal Chemist., Chapter 11; p. 272–300.
- Johnson, D.E. *et al.* 2001. "Methane, Nitrous Oxide and Carbon Dioxide Emissions from U.S. Beef Production Systems". In *Energy Metabolism in Animals*. Snekkersten, Denmark. EAAP publication No. 103. p. 161–164.
- Ketaren, dkk. 2002. "Penampilan Ayam Pedaging yang Diberi Ransum Basal Dedak atau Pollar dengan atau Tanpa Suplementasi Enzim Xilase". *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Hlm. 306–308.
- Manurung, T. dan M. Zulbardi. 1996. "Peningkatan Mutu Jerami dengan Perlakuan Urea dan Tetes". *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, II (1): 33.

- Mathius, I.W. dkk. 1981. "Pengaruh Tingkat Pemberian Suatu Bahan Makanan dan Ransum Domba yang Sedang Tumbuh". *1. Dedak. Bull. LPP*. 31: 14–22.
- Morrison, F.B. 1959. *Feeds and Feeding*. 22nd ed. Clinton, Iowa: The Morrison Publishing Company. Clinton. Iowa.
- Mujahid, A. *et al.* 2003. "Nutrient Digestibility of Broiler Feeds Containing Different Levels of Variouslly Processed Rice Bran Stored for Different Periods". *Poultry Science*, 82: 1438–1443.
- Nataamijaya, A.G. dkk. 1992. "Pengaruh Penambahan Kalsium terhadap Anak Ayam Buras yang Diberi Ransum Komersil Dicampur dengan Dedak". *Prosiding Agroindustri Peternakan di Pedesaan*. Balai Penelitian Ternak, Bogor. Hal. 400–406.
- Nitis, I.M. dan K. Lana. 1983. "Pengaruh Suplementasi Beberapa Limbah Industri Pertanian terhadap Pertumbuhan Sapi Bali". *Prosiding Seminar Pemanfaatan Limbah Pangan dan Limbah Pertanian untuk Makanan Ternak*. LKN - LIPI, Bandung. Hal. 157–162.
- Orpin, C.G. and K.N. Joblin. 1988. "The Rumen Anaerobic Fungi". In Hobson, P.N. (Ed.), *The Rumen Microbial Ecosystem*. London: Elsevier Science Publishers. p. 129–150.
- Orskov, E. R. 1982. *Protein Nutrition in Ruminants*. London: Academic Press.
- Paat, P.C. *et al.* 2001. "On-Farm Adaptive Research of Growing Cattle Using Ammoniated Rice Straw in Low Land Farming Zone of North Sulawesi". BPTP Sulawesi Utara.
- Padmowijoto, S. dkk. 1988. "Pengaruh Pemeraman Campuran Jerami-Urea-Molase terhadap Performan Sapi Frisian-Holstein Jantan". *Prosiding Limbah Pertanian sebagai pakan dan manfaat lainnya*. Bioconversion Project Second Workshop on Crop Residues for Feed and Other Purposes. Grati. Hal. 165–171.
- Pamungkas, D. dan Soebarinoto. 1991. "Persentase Karkas Kambing PE yang Mendapat Ransum Basal Jerami dan Menir dengan Suplemen Urea Molases Blok pada Level Urea yang Berbeda". *Prosiding Seminar Nasional Usaha Peningkatan Produktivitas Peternakan dan Perikanan*. Universitas Diponegoro. Vol. I Hlm. 151.
- Phang, O.C. and J. Vadiveloo. 1991. "Effects of Varieties, Botanical Fractions and Supplements of Palm Oil Byproducts on the Feeding Value of Rice Straw in Goats". *Small Ruminant Research*., 6: 295–301.
- Pi, Z.K. *et al.* 2005. "Effect of Pretreatment and Pelletization on Nutritive Value of Rice Straw-Based Total Mixed Ration, and Growth Performance and Meat Quality of Growing Boer Goats Fed on TMR". *Small Ruminant Research*, 56: 81–88.

- Piliang, W.G. and W. Manalu. 1988. "Effect of Different Levels of Zinc Supplementation in Rice Brand Diets on Zinc Status and on the Performance of Laying Hens". *Seminar Nasional Peternak dan Forum Peternak Unggas dan Aneka Ternak II*. Balai Penelitian Ternak. Hal. 125–134.
- Puslitbang Tanah dan Agroklimat. 2005. Kinerja Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat 2001–2004. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Rohaeni. E.S. dkk. 2004. "Pengaruh Penggunaan Dedak dan Sagu Fermentasi terhadap Produksi Telur Itik Alabio". *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2004*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Hlm. 582–588.
- Roxas, D.B. *et al.* 1985. "The Effects of Variety of Rice, Level of Nitrogen Fertilization and Season on the Chemical Composition and In Vitro Digestibility of Straw". *The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds*. International Development Program of Australian Universities and Colleges p. 47–52.
- Singh, M. 1992. "Utilization of Varietal Differences in Straw Quality of Crops in Livestock Production Systems". *Proc. Livestock and Feed Development in the Tropics*. Brawijaya University. Malang. pp. 126–133.
- Sinurat, A.P. dkk. 1993. "Pengaruh Tingkat Dedak dan Bentuk Pakan terhadap Performan Itik 1993". *Ilmu dan Peternakan*. 6 (1). Januari 1993. p: 21–26.
- Soebarinoto, S. *et al.* 1992. "Nutritiv Value of Rice Straw Varieties as related to Location of Growth and Season, with Special Reference to the Situation of East Java, Indonesia". *Proc. Livestock and Feed Development in the Tropics*. Brawijaya University. Malang. p. 148–155.
- Soedarsono, E. dkk. 1991. "Pengaruh Penambahan Pakan Penguat dan Zeolit terhadap Konsumsi Hijauan pada Domba Lokal Jantan". *Prosiding Seminar Nasional Usaha Produktivitas Peternakan dan Perikanan*. Fakultas Peternakan UNDIP, Semarang. Hlm. 206–212.
- Soejono, M. and R. Utomo. 1992. "Utilization of Urea-Ammoniated Rice Straw as Beef Cattle Feed in Yogyakarta Region". *Proc. Livestock and Feed Development in the Tropics*. Brawijaya University. Malang. p. 141–147.
- Soejono, M. 1988. Pengaruh Lama Peram pada Amoniasi Urea Jerami terhadap Kecernaan In Vivo. Prosiding Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Manfaat Lainnya. Grati. Hlm. 59–67.
- Soejono, M. *et al.* 1988. "Peningkatan Nilai Gizi Jerami dengan Berbagai Perlakuan". (Rangkuman). *Prosiding Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Manfaat Lainnya*. Grati. Hlm. 21–35.

- Stewart, C.S. and M.P. Bryant. 1988. "The Rumen Bacteria". In Hobson, P.N. (Ed.), *The Rumen Microbial Ecosystem*. Elsevier Science Publishers. p: 21–76.
- Tangendjaja, B. 1988. "Penggunaan Dedak untuk Membuat Ransum Sederhana pada Itik Petelur". *Prosiding Seminar Nasional Peternak dan Forum Peternak "Unggas dan Aneka Ternak" II*. Balai Penelitian Ternak, Bogor. Hlm. 317–326.
- Tangendjaja, B. dkk. 1986. Perbandingan Itik dan Ayam Petelur pada Penggunaan Dedak dalam Ransom Selama Phase Pertumbuhan". *Ilmu dan Peternakan* 2:137–139.
- Tillman, A.D. et al. 1986. *A Guide to the Feeding and Nutrition of Ruminants in the Tropics*. Winrock International Institute for Agricultural Development. Morrilton: Petit Jean Mountain.
- Van Bruchem, J. and H. Soetanto. 1988. "Utilization of Fibrous Crop Residues - Assosiative Effect of Supplementation". *Proc. Crop Residues for Feed and Other Purposes*. Bioconversion Project Second Workshop. Grati. p. 140–157.
- Wijandi. 1977. "Teknik Pengolahan dan Penyimpanan Hasil Panen". Dept. Teknologi Hasil Pertanian. Bogor: Fameta IPB.
- Williams, P.C. 1991. "Storage of Grains and Seeds". In *Mycotoxin and Animal Foods*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Williams, A.G. and G. S. Coleman. 1988. "The Rumen Protozoa". In Hobson, P.N. (Ed.), *The Rumen Microbial Ecosystem*. London: Elsevier Science Publishers. p. 77–128.
- Yu, P. et al. 2005. "Improving the Nutritional Value of Oat Hulls for Ruminant Animals with Pretreatment of a Multienzyme Cocktail: In Vitro Studies¹". *J. Anim. Sci.*, 83:1133–1141.
- Yulistiani, D. dkk. 2000. "Uji Biologis Penggunaan Senyawa Sekunder Tanin sebagai Pelindung Protein Pakan untuk Ternak Domba". Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Balitnak.