

Jerami Jagung

Pemanfataannya sebagai Bahan Pakan
Ayam Kampung Persilangan



Jerami Jagung

Pemanfataannya sebagai Bahan Pakan Ayam Kampung Persilangan

Jerami Jagung

Pemanfataannya sebagai Bahan Pakan Ayam Kampung Persilangan

Ellen J. Saleh
Suyadi
Irfan H. Djunaidi
Eko Widodo

ideas
PUBLISHING

IP.063.11.2021

**Jerami Jagung (Pemanfaatannya sebagai Bahan Pakan
Ayam Kampung Persilangan)**

Ellen J. Saleh
Suyadi
Irfan H. Djunaidi
Eko Widodo

Pertama kali diterbitkan pada November 2021

Oleh **Ideas Publishing**

Alamat: Jalan Ir. Joesoef Dalie No. 110

Kota Gorontalo

Surel: infoideaspublishing@gmail.com

Anggota IKAPI No. 001/GORONTALO/14

ISBN: 978-623-234-212-5

Penyunting : Syamsul Bahri
Penata Letak : Siti Khumaira Dengo
Desainer Sampul : Ilham Djafar

Dilarang mengutip, memperbanyak, atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik dan mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, maupun dengan sistem penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penerbit.

Daftar Isi

Prakata — vii

Pendahuluan	1
A. Pengertian Jerami	2
B. Faktor Pembatas Pemanfaatan Jerami.....	5
Bab 1 Klasifikasi Jerami	7
A. Jerami Jagung.....	8
B. Jerami Padi.....	9
C. Jerami dan Tanaman Kacang-Kacangan	11
D. Hay	12
Bab 2 Karakteristik Anatomi dan Kimia Jerami	15
A. Anatomi Jerami	16
B. Komponen Dinding Sel Jerami.....	19
Bab 3 Metode Pengolahan Jerami untuk Peningkatan Nilai Nutrisi	35
A. Metode Perlakuan Fisik.....	36
B. Metode Perlakuan Kimia	41
C. Metode Perlakuan Biologi	49
Bab 4 Potensi Jerami untuk Bahan Pakan Ternak Unggas.....	73
A. Potensi Jerami Jagung sebagai Bahan Pakan Alternatif Ternak Unggas ...	78
B. Komposisi Kimia Jerami Jagung dari Beberapa Hasil Penelitian	84
Bab 5 Metode Pengolahan Jerami Jagung sebagai Pakan Ternak Unggas	87
A. Diolah Menjadi <i>Hay</i>	88
B. Diolah Menjadi Silase	90
C. Pengolahan Melalui Proses Fermentasi.....	94

Bab 6 Pengaruh Pemberian Jerami Jagung Fermentasi terhadap Produktivitas Ayam Kampung Persilangan	97
A. Metode Fermentasi Jerami Jagung	97
B. Nilai Nutrisi Jerami Jagung Fermentasi.....	100
C. Formulasi Ransum Substitusi Bekatul dengan Jerami Jagung Fermentasi.....	104
D. Pengaruh Substitusi Bekatul dalam Pakan dengan Jerami Jagung Fermentasi terhadap Produktivitas Ayam Kampung Persilangan	107
Penutup	137
Glosarium.....	139
Daftar Pustaka	143
Tentang Penulis	157

Prakata

Jerami merupakan limbah hasil pertanian yang belum dimanfaatkan secara optimal dan jumlahnya yang cukup banyak. Jerami dapat dimanfaatkan sebagai pembenah tanah dan sebagai pakan ternak, namun belum banyak masyarakat yang mengetahui manfaat tersebut. Jerami dapat diolah dan dimanfaatkan untuk pakan ternak karena memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi.

Jerami dapat diberikan secara langsung pada ternak tanpa diolah, akan tetapi jerami mengandung lignoselulosa yang sangat sulit dicerna oleh ternak. Kandungan nutrisi yang rendah pada jerami merupakan tantangan tersendiri.

Di Indonesia pada umumnya pemanfaatan jerami untuk makanan ternak bukanlah merupakan hal yang baru. Berbagai jenis limbah jerami misalnya; jerami padi, jerami kacang tanah, jerami kacang hijau, jerami kacang kedelai, jerami kacang panjang, jerami kumak, jerami ketela pohon, jerami sorgum, jerami ketela rambut, jerami jagung. Kendala utama yang akan dihadapi para peternak adalah penyediaan hijauan makanan ternak yang disebabkan semakin sempitnya lahan pertanian. Alternatif lain yaitu pemanfaatan limbah jerami merupakan pilihan yang sangat penting di dalam usaha pengembangan peternakan pada lahan sempit. Adanya beberapa jenis limbah jerami tersebut di atas yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Buku ini disusun untuk memberi gambaran tentang limbah hasil pertanian jerami jagung. Jerami jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak unggas. Kandungan nutrisi jerami jagung dapat dijadikan acuan petani ternak dalam meramu pakan unggas khususnya pakan ayam kampung persilangan.

Buku ini hadir sebagai syarat dan wujud tanggung jawab penulis dalam menyelesaikan studi program Doktor Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang. Terimakasih saya sampaikan kepada Prof. Dr. Sc.Agr. Ir. Suyadi, M.S., IPU., ASEAN Eng sebagai Promotor saya, Dr. Ir. Irfan H. Djunaidi, M.Sc., IPM., ASEAN Eng., dan Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc., M.Sc., sebagai Co-Promotor yang selama ini telah membimbing, mengarahkan dan memberikan motivasi kepada penulis.

Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna tentu memerlukan kritik dan saran dari pembaca, pemerhati, pelaku usaha demi sempurnanya buku ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penerbitan buku ini.

Gorontalo, November 2021
Tim Penulis

Pendahuluan

Buku ini membahas tentang pemanfaatan limbah hasil pertanian dalam hal ini jerami jagung sebagai bahan pakan ternak ayam kampung persilangan dan bagaimana cara untuk memperbaiki kualitas nutriennya. Jerami merupakan limbah dari hasil pertanian yang cukup besar serta belum sepenuhnya dapat dimanfaatkan karena adanya beberapa kendala dalam hal. Jerami sering dimanfaatkan sebagai penutup tanah oleh sebagian petani saat menanam palawija. Jerami jarang digunakan sebagai bahan pakan alternatif. Sebagian kecil petani yang memanfaatkannya sebagai pakan ternak alternatif pada musim kemarau sebab sulit dalam mendapatkan hijauan. Seringkali jerami menimbulkan permasalahan pada saat panen, sehingga oleh petani sering dibakar untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Jerami tersebut umumnya tidak tersedia tempat untuk penyimpanan maka oleh petani harus dibakar, mahalnya biaya pengangkutan serta kurangnya pengetahuan petani tentang metode pengolahan limbah jerami untuk meningkatkan nilai nutrisinya. Pemanfaatan jerami jagung sebagai pakan ternak dapat mengurangi polusi udara yang disebabkan oleh pembakaran limbah tanaman jagung di lapangan serta dapat menciptakan hubungan yang saling menguntungkan antara produktivitas pertanian dan peternakan.

Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian RI tahun 2018 bahwa jagung merupakan salah satu komoditas strategis yang diperlukan dalam bentuk pangan untuk konsumsi manusia dan pakan untuk konsumsi ternak. Sejalan dengan semakin besarnya volume produksi jagung maka akan diperoleh berbagai macam limbah tanaman jagung yang salah satunya adalah jerami jagung (brangkasan) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak.

A. Pengertian Jerami

Menurut Wikipedia jerami merupakan limbah sisa hasil pertanian/perkebunan yang berupa tangkai dan batang tanaman serealialia yang telah kering setelah buahnya dipisahkan. Jerami ini dapat dimanfaatkan antara lain sebagai alas kaki, alas kandang maupun lantai rumah, anyaman dan kriya, biofuel, biomassa, bahan konstruksi, budidaya tanaman, kertas, panahan, pengemasan, pengendalian erosi dan sumber pakan untuk ternak. Khususnya di Indonesia, jerami sering dimanfaatkan sebagai pakan basal untuk ternak ruminansia, juga banyak masyarakat memanfaatkan jerami sebagai pupuk tanaman karena sangat melimpah serta murah. Sebagian besar masyarakat Indonesia memiliki mata pencaharian sebagai petani, sehingga limbah jerami yang dihasilkan cukup banyak.

Limbah jerami sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai pembenah tanah dan sebagai pakan ternak, namun belum banyak masyarakat yang mengetahui manfaat tersebut. Sebagian besar limbah jerami hanya dibakar oleh petani agar tidak menumpuk karena jerami mempersulit pengolahan lahan.



Gambar 1 Jerami yang Digulung dengan Mesin Baler

Jerami dapat dimanfaatkan atau diolah sebagai pakan ternak karena memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi. Pakan dari pengolahan limbah jerami dapat diberikan pada hewan ternak ruminansia, seperti kambing dan sapi, dan seiring dengan perkembangan teknologi pakan jerami dapat diberikan pada ternak unggas.



Gambar 2 Jerami yang Dijadikan Briket untuk Bahan Bakar

Bahan pakan ternak dari jerami (*roughages*) dan hijauan kering (*dry forages*) secara Internasional, merupakan rumput atau daun-daunan dari leguminosa yang sengaja dikeringkan agar dapat digunakan dalam waktu yang lama sebagai cadangan bahan pakan pada saat musim kemarau. Kelas ini meliputi semua hijauan jerami dan hijauan kering mengikutsertakan semua jerami dan produk lainnya yang kandungan serat kasar lebih besar dari 18%. Beberapa bahan pakan dari jerami adalah jerami

fermentasi, jerami kacang tanah, jerami jagung, dan kulit nanas.

Tabel 1.

Klasifikasi Bahan Pakan Ternak Berdasarkan Kelas Internasional

No	Bahan Pakan	Kelas	Warna	Bentuk	Rasa	Bau
1	Kulit pisang	1	Kuning kehijauan	Lembaran	Hambar	Khas pisang
2	Jerami jagung	1	Cokelat kekuningan	Memanjang	Hambar	Khas jerami
3	Jerami sorgum	1	Cokelat kekuningan	Memanjang	Hambar	Khas jerami
4	Hay rumput benggala	1	Cokelat	Memanjang	Hambar	Khas
5	Pucuk tebu	1	Cokelat	Memanjang	Hambar	Khas
6	Hay rumput setaria	1	Cokelat	Memanjang	Hambar	Khas
7	Jerami kacang tanah	1	Cokelat	Pipih	Hambar	Khas
8	Harendong	1	Cokelat	Pipih	Hambar	Khas
9	Hay rumput gajah	1	Cokelat	Memanjang	Hambar	Khas
10	Jerami padi	1	Cokelat	Memanjang	Hambar	Khas
11	Klobot jagung	1	Cokelat	Remahan	Hambar	Apek
12	Kulit singkong	1	Cokelat muda	Remahan	Pahit	Khas
13	Tepung kulit polong kacang hijau	1	Cokelat muda	Serbuk	Hambar	Khas
14	Tepung bagase	1	Cokelat muda	Remahan	Hambar	Khas
15	Kulit kopi	1	Cokelat muda	Serbuk kasar	Hambar	Khas kopi
16	Kulit kacang tanah	1	Cokelat muda	Remahan	Hambar	Kacang

17	Ampas kelapa	1	Cokelat muda	Serbuk	Hambar	Tengik
18	Kulit nanas	1	Hijau kekuningan	Remahan	Asam	Khas nanas
19	Tepung lidi daun sawit	1	Hitam	Serbuk	Hambar	Apek
20	Lumpu sawit solid	1	Hitam	Remahan	Pahit	Apek
21	Kulit kakao	1	Ungu cokelat	Potongan	Pahit	Khas
22	Kulit polong hijau	1	Cokelat hitam	Remahan	Hambar	Apek
23	Sera perasan sawit	1	Cokelat tua	Serbuk	Pahit	Apek

B. Faktor Pembatas Pemanfaatan Jerami

Jerami termasuk bahan pakan yang mudah ditemukan dan ketersediannya sangat melimpah. Karakteristik dari dinding sel jerami yang menyebabkan keterbatasannya dalam penggunaan sebagai pakan ternak. Jerami tanpa perlakuan tergolong pada pakan yang memiliki kualitas rendah. Kandungan nutrisi jerami yang rendah dan mengandung serat kasar yang cukup tinggi. Komponen fraksi serat yang terkandung dalam jerami adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin. Di samping ketiga komponen fraksi serat tersebut, jerami juga mengandung silika terutama jerami padi (Howard *et al.*, 2003). Menurut Reddy and Yang (2006), kandungan serat dari jerami padi terdiri dari selulosa 40%, hemiselulosa 30%, lignin 15% dan silika 15%. Jerami telah mengalami proses lignifikasi sebab sebagai limbah tanaman tua akan terjadi ikatan kompleks antara selulosa, hemiselulosa dan lignin (lignoselulosa) (Eun *et al.*, 2006). Hal tersebut yang mejadi faktor pembatas dalam pemanfaatannya sebagai bahan pakan. Pada ruminansia tingginya serat kasar pada jerami akan

menghalangi proses hidrolisa oleh enzim mikroba di dalam rumen sehingga menurunkan daya cerna.

Kecernaan dari fraksi serat (NDF, ADF, Selulosa dan Hemiselulosa) merupakan suatu teknik untuk mengetahui kualitas nutrisi bahan pakan ternak. Kandungan nutrisi bahan pakan dapat diketahui dari evaluasi bahan pakan ternak dengan menggunakan analisa kimia di Laboratorium. Metode ini dinamakan teknik *in-vitro*. Teknik ini digunakan untuk memprediksi apa yang terjadi dalam proses pencernaan sebenarnya pada ternak ruminansia. Teknik ini menirukan bagaimana proses yang terjadi dalam saluran pencernaan ruminansia.

Bab 1

Klasifikasi Jerami

Pada dasarnya, jerami yang merupakan hasil limbah pertanian yang ada di sekitar kita khususnya di pedesaan. Potensi yang dimiliki jerami cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan untuk ternak. Menggunakan limbah sisa hasil pertanian sebagai bahan pakan ternak, akan banyak menghemat pengeluaran peternak dari sisi pakan. Hal ini disebabkan karena limbah pertanian mempunyai jumlah yang besar dan melimpah serta mudah didapat.

Jerami mempunyai ciri karakteristik yaitu tingginya kandungan serat kasar dan rendah akan kandungan nitrogen, fosfor dan kalsium sehingga mengakibatkan pencernaan jerami menjadi rendah dan konsumsinya menjadi terbatas. Akan tetapi jerami sangat potensial menjadi energi yang besar. Dalam memanfaatkan limbah pertanian dalam hal ini jerami sebagai bahan pakan ternak ada beberapa hal yang perlu di perhatikan:

1. Jumlah limbah sisa hasil pertanian untuk dapat dijadikan sumber pakan untuk ternak harus tersedia.
2. Distribusi bahan pakan yaitu jarak antara lokasi tempat produksi limbah pertanian dan tempat melakukan budidaya ternak
3. Infrastruktur yang berhubungan dengan fasilitas penanganan, fasilitas penyimpanan dan transportasi.

4. Teknologi pemanfaatan limbah yang digunakan hendaknya memperhitungkan aspek ekonomi dan koefisiennya.

Jenis bahan pakan dari limbah pertanian atau jerami yang dapat digunakan dalam pemanfaatannya sebagai sumber pakan ternak unggas tetapi dalam pengaplikasiannya masih memerlukan beberapa teknologi untuk dapat meningkatkan nilai nutrisi jerami tersebut. Jerami dengan teknologi pengolahan yang tepat dapat menjadi sumber pakan yang melimpah bagi ternak.

Jerami adalah semua hijauan kering, jerami dan produk lainnya dengan kandungan serat kasar > 18%.

Menurut klasifikasi internasional jerami (forages) dapat dibedakan antara lain sebagai berikut.

A. Jerami Jagung

Jerami jagung atau brangkasan adalah produk dari limbah sisa hasil pertanian yang berpotensi dimanfaatkan sebagai alternatif untuk pakan ternak ruminansia seperti sapi, kerbau, kambing dan domba. Menurut Jamarun, (1991) jerami jagung merupakan sisa dari tanaman jagung setelah buahnya dipanen dikurangi akar dan sebagian batang yang tersisa dan dapat diberikan kepada ternak dalam bentuk segar maupun kering. Penggunaan jerami sebagai pakan ternak untuk ternak ruminansia dapat membantu dalam penyelesaian masalah kekurangan pakan ternak terutama di musim kemarau.

Jerami jagung selain dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ruminansia juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak unggas. Pada ruminansia jerami jagung banyak digunakan sebagai bahan pakan pengganti pakan berserat yang dapat menggantikan hijauan atau

rumput sampai 50%. Hal ini dapat dilihat dari kandungan gizi jerami khususnya jerami jagung yang tergolong tinggi. Tetapi jika dibandingkan dengan jerami kacang-kacangan, jerami jagung masih mempunyai kandungan gizi lebih rendah. Akan tetapi jerami jagung masih lebih baik dari pada jerami padi. Dari beberapa hasil penelitian kandungan gizi jerami jagung adalah berkisar protein 9% dan TDN 50%. Jerami jagung dalam pemanfaatannya sebagai bahan pakan ternak ruminansia perlu suatu rekomendasi penggunaan limbah jagung dalam susunan pakan lengkap.



Gambar 1.1 Jerami Jagung yang Telah Mengering di Ladang

B. Jerami Padi

Jerami padi adalah bagian batang dikurangi dengan akar dan bagian akar yang tertinggal setelah disabit, yang telah dipanen bulir-bulirnya dengan tangkainya atau tidak dengan tangkainya. Bagian ini yang dapat dijadikan sebagai bahan pakan untuk ruminansia. Jerami padi banyak dimanfaatkan sebagai pakan sumber energi bagi ternak ruminansia. Kandungan lignin dan silika pada jerami padi yang cukup tinggi menyebabkan daya cernanya menjadi rendah dan kandungannya mencapai berturut-turut 7,46% dan 11,45%.

Dalam aplikasinya jerami padi lebih banyak digunakan untuk keperluan industri dan digunakan sebagai bahan dasar pembuat pupuk organik. Sampai sekarang untuk pengaplikasian jerami padi sebagai bahan pakan ternak sudah banyak dilakukan. Jenis jerami ini sudah banyak digunakan sebagai bahan pakan ternak ruminansia, yaitu sebesar 30%. Namun untuk pengaplikasiannya pada ternak unggas masih memerlukan beberapa teknologi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak unggas, yang salah satunya adalah sebelum diberikan kepada ternak sebaiknya dilakukan fermentasi terlebih dahulu.

Sifat dari jerami padi adalah memiliki kandungan serat kasar yang tinggi, kurang palatable dan mempunyai sifat amba yang tinggi. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan gizi antara lain kandungan bahan kering (BK) 84,22%, protein kasar 4,60%, serat kasar 28,86%, lemak kasar 1,52%, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 50,80%. Kandungan nutrisi jerami padi berbeda-beda tergantung pada perlakuan yang diberikan misalnya umur panen, lokasi tempat menanam dan jenis padi.



Gambar 1.2 Jerami Padi Setelah Panen

C. Jerami dari Tanaman Kacang-kacangan

Bagian jerami dari tanaman kacang-kacangan adalah bagian batang dan daun serta akar yang telah diambil atau dipanen polongnya dan dikeringkan.

Sebagian besar jenis jerami dari kacang-kacangan banyak digunakan dan terkenal dikalangan peternak ruminansia. Yang paling banyak digunakan sebagai bahan pakan ternak pada tanaman kacang-kacangan adalah jerami kacang tanah, jerami kedelai dan jerami kacang hijau. Berbagai jenis dari jerami kacang-kacangan antara lain; jerami kacang tanah, jerami kacang kedelai dan jerami kacang hijau. Jerami ini kandungan proteinnya lebih tinggi dan rendah serat kasar dibandingkan dengan jerami padi.

Di samping itu palatabilitas jerami dari kacang-kacangan lebih baik sehingga disukai ternak dan rasanya lebih enak. Hasil penelitian pengaruhnya terhadap pertumbuhan ternak lebih baik dibandingkan dengan jerami padi.

Jerami kacang tanah mengandung nutrisi cukup tinggi; 86% Bahan kering; Protein kasar 12,6%; Kadar abu 10,6%; Lemak kasar 2,3%; Serat kasar 25,8%, BETN 34,7%; kalsium 1,5%, dan fospor 8,20% dan kandungan energi 1,67 Mkal/kg.ME.

Jerami kacang kedelai mengandung 16,6% protein, 1,2% kalsium, dan fospor 0,20%. Sementara jerami kacang hijau mengandung nilai nutrisi per 100 gram biji adalah 10,4 gram kadar air; protein 24 gram; lemak 1,3 gram; mineral 3,5 gram; kandungan serat 4,1 gram; karbohidrat 56,7 gram; kalsium 124 mg; phosphor 326 mg; besi 7,3 mg; karotin 94,0 mg; thianin 0,47 mg; riboflavin 0,39 mg dan niacin 2,10 mg (Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2006).

Pada saat musim panen kacang tanah maupun kacang kedelai maka sangat disayangkan jika jeraminya terbuang percuma sebab kandungan protein kasarnya yang tinggi.



Gambar 1.3. Jerami Kacang Tanah

D. Hay

Adalah rumput atau daun-daunan hijau yang dikeringkan secara manual untuk diberikan pada ternak. Hay merupakan hijauan yang sengaja dipotong dan dikeringkan agar dapat diberikan pada ternak sebagai pakan, terutama pada waktu kekurangan hijauan atau musim kemarau. Sebagai syarat tanaman yang dibuat hay adalah bertekstur halus, dipanen pada awal musim berbunga serta dipanen dari area yang subur.

Di negara tropis jerami jagung dibuat hay dengan membiarkan sisa panen mengering di ladang dan diperoleh jerami jagung yang kering dengan kandungan air tinggal 22-25%. Tetapi kelemahan hay di daerah tropis adalah ketergantungannya dengan panas yang berasal dari sinar matahari. Kelemahan lainnya adalah dalam penyimpanannya jika tidak memenuhi persyaratan misalnya apabila suhu dan kelembaban yang tinggi mengakibatkan jamur akan tumbuh dengan mudah. Penelitian yang dilakukan Paath *et al.*, (2012) pada

kandungan nutrisi jerami jagung yang dibuat Hay di Minahasa Selatan bahwa dengan mengeringkan jerami jagung segar selama 3 hari di bawah sinar matahari menunjukkan bahwa hay jerami jagung mengandung Protein Kasar 6,51%, NDF 46,55% dan ADF 31,07%.

Adapun tujuan dilakukannya pengolahan pakan dalam bentuk hay ini diantaranya adalah: 1) meningkatkan kualitas bahan; 2) memudahkan penyimpanan; 3) pengawetan; 4) meningkatkan palatabilitas; 5) meningkatkan efisiensi pakan dan 6) memudahkan penanganan dan pencampuran pada pembuatan pakan. Sedangkan pembuatan hay pada prinsipnya adalah menurunkan kadar air menjadi 15–20% dalam waktu yang singkat dengan panas matahari atau panas buatan. Cara pembuatan hay adalah hijauan makanan ternak dipotong sebelum berbunga kurang lebih umur 40 hari kemudian dijemur di bawah sinar matahari di lapangan terbuka. Kriteria hay yang baik adalah berwarna tetap hijau meskipun ada yang berwarna kekuning-kuningan. Daun yang rusak tidak banyak, bentuk hijauan masih tetap utuh dan jelas, tidak terlalu kering sebab akan mudah patah.



Gambar 1.4 Hay yang Sudah Dikeringkan

Bab 2

Karakteristik Anatomi dan Kimia Jerami

Secara umum, jerami sisa hasil pertanian yang digunakan sebagai sumber makanan ternak berasal dari keluarga rumput-rumputan (*graminae*). Sisa hasil pertanian dari kelompok ini merupakan potensi energi yang belum dimanfaatkan secara optimal sebagai makanan ternak unggas.

Ciri utama dari jerami sisa hasil pertanian yaitu terdapatnya dinding sel yang terdiri dari lignin hingga 80%. Senyawa utama yang membentuk dinding sel jerami adalah polisakarida dan lignin. Kandungan karbohidrat siap pakai dan protein jerami relatif lebih rendah dibandingkan pada hijauan makanan ternak atau produk-produk pertanian. Kandungan mineral pada jerami terkadang lebih tinggi dibandingkan kedua produk tersebut.

Kendala utama penggunaan jerami sebagai pakan ternak adalah kandungan nutrisi yang rendah, karena kadar protein kasar dan pencernaan bahan keringnya terbatas. Hal ini disebabkan tingginya kandungan lignoselulosa. Lignoselulosa merupakan pembatas pencernaan bahan pakan karena tidak dapat dicerna oleh enzim mikroorganisme rumen.

A. Anatomi Jerami

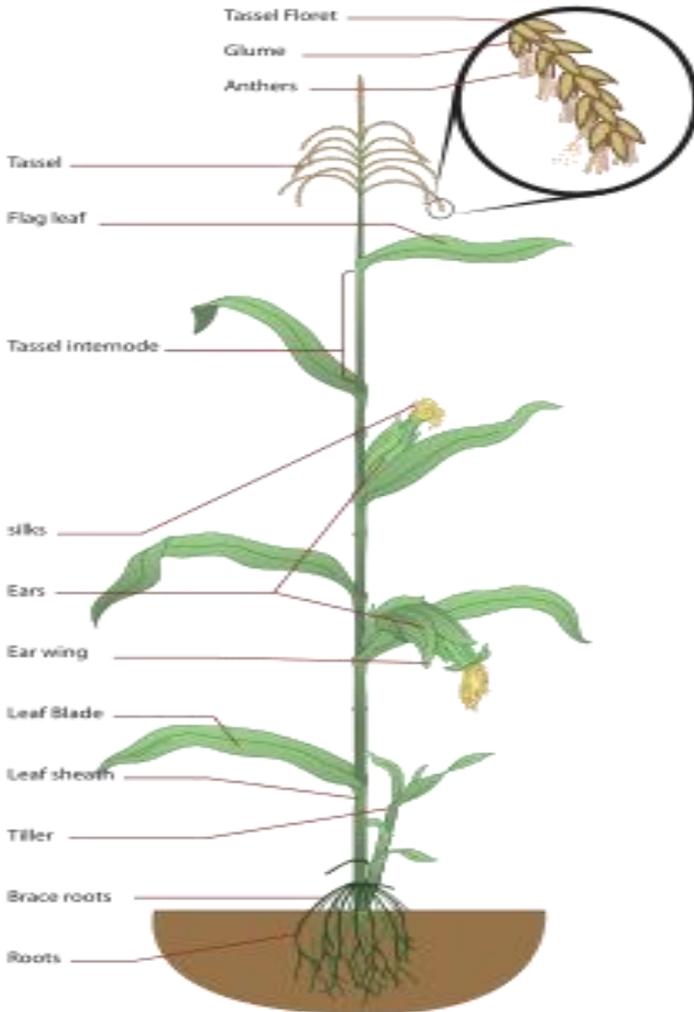
Jerami terdiri dari bagian atas tanah dari tanaman pertanian sisa panen setelah diambil biji atau bagian yang lain untuk kebutuhan manusia.

Beberapa tanaman pangan penghasil jerami yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan oleh ternak antara lain gandum, padi, sorghum dan jagung. Berdasarkan beberapa penelitian tentang pengaruh perlakuan terhadap kualitas jerami, maka jerami-jerami tersebut dapat dikelompokkan menjadi:

1. Jerami yang mempunyai batang yang tipis dan lembut seperti padi dan gandum
2. Jerami yang mempunyai batang yang tebal dan kasar seperti sorghum dan jagung.

Secara anatomis ukuran jerami sangat bervariasi tergantung pada jenis dan lingkungannya. Pada beberapa kasus sering dijumpai jerami yang kualitasnya rendah dan produksinya rendah per individu, karena dibuat secara genetik untuk kepentingan produksi pertanian. Sebagai contoh jerami barley umumnya memiliki panjang antara 50–100 cm, sedangkan jerami padi bervariasi antara 30–50 cm.

Jerami terdiri dari bagian-bagian yang disebut: batang yang terdiri dari buku (*node*) dan ruas (*internode*). Daun yang meliputi pelepah daun (*leaf sheath*) dan helai daun (*leaf blade*). Pada jerami proporsi antara batang dan daun sangat beragam. Selain ditentukan oleh jenis juga ditentukan oleh umur dan cara pemanenan. Meskipun demikian, jerami-jerami tersebut mempunyai komposisi botani yang serupa, yaitu batang dan daun. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1. Bagian-Bagian Anatomi Jerami (Jagung)

Batang terdiri dari beberapa ruas, dipisahkan oleh buku yang merupakan tempat timbulnya daun. Daun terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian pelepah daun yang membungkus ruas bagian bawah dan helai daun. Proporsi bagian-bagian jerami tersebut sangat bervariasi tergantung dari varietasnya.

Jumlah ruas perbatang, jerami padi terdiri dari 10–20 buah, sedangkan tanaman barley, oat dan rye (merupakan tanaman sejenis gandum yang digunakan sebagai makanan ternak) biasanya 5–6 buah. Jerami barley, rye dan gandum mengandung *rachis* yaitu bagian bekas batang tempat rangkum bunga (*panicle*) sudah hilang rangkaian rangkum bunganya, yang terdiri dari segmen-segmen yang berdekatan. Sebaliknya jerami padi dan oat masih mengandung *panicle*. Pada jerami padi proporsi buku relatif sangat kecil, sehingga bagian-bagian jerami padi yang utama adalah daun, pelepah daun dan ruas.

Proporsi batang dan daun merupakan faktor yang sangat penting karena sangat memengaruhi jumlah bagian yang dapat dimakan dan yang tak dapat dimakan. Pada umumnya proporsi batang pada jerami dapat mencapai 40-80%, sedangkan daun sisanya. Jerami barley dan oat mengandung lebih banyak daun dibandingkan pada jerami gandum. Di sisi lain, banyaknya jumlah daun pada jerami merupakan cerminan banyaknya jumlah buku karena daun umumnya tumbuh pada tiap buku. Tanaman yang masuk jenis rumput-rumputan termasuk dalam famili *Graminae* serta kelas *Monocotyledoneae*, sehingga struktur anatomi jeraminya (batang dan daun) mempunyai struktur jaringan penyusun dasar tertentu sesuai dengan kelas *Monocotyledoneae*.

Struktur jaringan penyusun dasar tanaman tersebut akan mengalami perubahan apabila jerami mendapatkan perlakuan fisik misalnya direndam, kimiawi misalnya alkali atau mengalami pencernaan dalam cairan rumen. Perubahan struktur jaringan sangat berkaitan dengan keberadaan lignin dan silika pada jaringan yang bersangkutan, karena kedua komponen tersebut

menghalangi pencernaan sempurna dari rumput, hijauan pakan atau bahan pakan berserat tinggi oleh perlakuan fisik, bahan kimia atau ternak ruminansia.

Sebagian besar lignin dalam rumput-rumputan terdapat di sel sklerenkim dan berkas pengangkut, sedangkan parenkim, floem dan sarung berkas pengangkut luar tidak mengandung lignin. Selain itu silika didepositkan di sel epidermis, berkas pengangkut, dan sarung berkas pengangkut serta sel sklerenkim daun, sedangkan di parenkim dan floem tidak terdapat silika. Faktor varietas, morfologis (daun, pelepah daun dan ruas batang), proporsi bagian sel (isi dan dinding sel) dan penyimpanan sesudah panen merupakan faktor yang sangat memengaruhi variasi kandungan nutrisi jerami (Soejono, 1996).

Tabel 2.1
Kandungan Serat Jerami Padi dan Jerami Jagung

Bahan Pakan	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
Jerami Padi ¹⁾	39,1	27,5	12,5
Jerami Jagung ²⁾	32,96	22,59	10,60

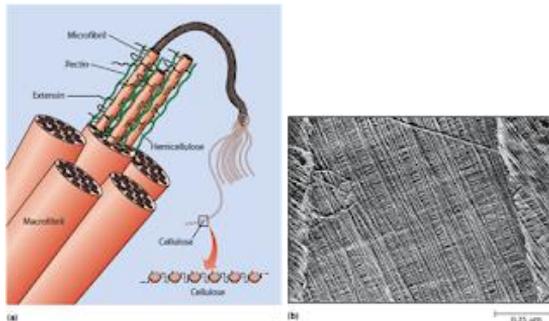
Sumber: Karimi (2006), Lab Nutrisi dan Makanan Ternak Fapet Unhas (2018)

B. Komponen Dinding Sel Jerami

Lignoselulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel jerami terutama pada bagian batang. Lignoselulosa digunakan sebagai nama untuk bahan yang mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa. Menurut Soerawidjaja (2009), Lignoselulosa memiliki struktur yang terdiri dari mikrofibril-mikrofibril selulosa yang membentuk kluster-kluster, dan hemiselulosa terdapat pada ruang antar mikrofibril, dan kluster-kluster tersebut terikat kuat oleh lignin menjadi satu kesatuan. Komponen

mikrofibril-mikrofibril selulosa, hemiselulosa dan lignin menyatu dalam ikatan yang kompleks. Selulosa dan hemiselulosa merupakan polisakarida yang dapat diurai menjadi monosakarida yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan bahan kimia, bahan bakar, biopolimer, bahan pakan dan produksi enzim.

Selulosa dan hemiselulosa pada struktur bahan lignoselulosa terikat atau diselubungi oleh lignin. Struktur lignin sendiri sangat rapat dan kuat sehingga menyulitkan bagi enzim pemecah hemiselulosa dan selulosa untuk bisa masuk ke dalam dan bekerja memecah hemiselulosa dan selulosa menjadi gula sederhana. Struktur lignin sendiri sangat rapat dan kuat sehingga menyulitkan bagi enzim pemecah hemiselulosa dan selulosa untuk bisa masuk ke dalam dan bekerja memecah hemiselulosa dan selulosa menjadi gula sederhana. Selain lignin, faktor lain yang juga dapat menghambat kerja enzim adalah struktur selulosa itu sendiri.



Gambar 2.2 Struktur Komponen Dinding Sel Tanaman

1. Selulosa

Selulosa adalah unsur struktural dan merupakan bagian yang terpenting dan komponen utama dari dinding sel tanaman, dan merupakan molekul yang terbanyak ditemui di alam. Selulosa merupakan komponen yang hampir 50% mendominasi karbohidrat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan.

Selulosa meskipun merupakan molekul yang sederhana yang terdiri dari polimer linier dan mengandung hingga 10000 n β -1, 4-ikatan unit glukopiranosil, dengan berat molekul sangat besar. Selulosa tidak mudah larut dan bersifat kristalin sebab struktur yang linier dari selulosa. Serat selulosa berasal dari beberapa mikrofibril yang membentuk fibril. Struktur serat dari selulosa dan kuatnya ikatan hidrogen sehingga selulosa tidak larut dalam kebanyakan pelarut karena selulosa memiliki kekuatan tarik yang tinggi..

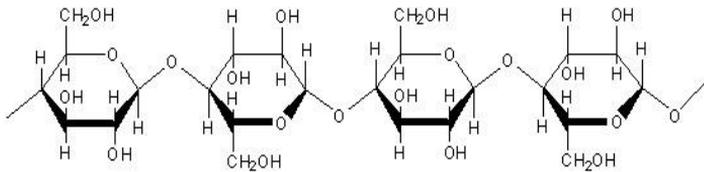
Anselme Payen tahun 1838 pertama kali menjelaskan bahwa selulosa merupakan serat padat yang tahan dan tersisa setelah pemurnian jaringan tanaman dengan asam dan amonia. Bahan yang telah dimurnikan menurut Payen bahwa setelah diamati bahan tersebut mengandung satu jenis senyawa kimia yang seragam, yaitu karbohidrat, sebab residu glukosa yang didapatkan mirip dengan pati (Brown dan Saxena, 2007).

Di alam selulosa berbentuk kristal dan membentuk fibril, dimana rantai selulosa saling berikatan membentuk satuan yang kompak menggerombol di sekitar pembentuk matrik dinding sel yang lain. Dalam membentuk kerangka utama

dinding sel tumbuhan, selulosa di alam biasanya berasosiasi dengan polisakarida lain seperti hemiselulosa atau lignin. Selulosa tidak mudah didegradasi secara kimia maupun mekanis. (Holtzapfle, 2003). Rantai glukosa bersama-sama dengan hidrogen mengikat antara kedua unit gula yang membentuk selulosa.

Mikrofibril selulosa pada struktur lignoselulosa, dikelilingi oleh hemiselulosa kemudian hemiselulosa dihubungkan dengan lignin oleh ikatan kovalen sehingga menjadi struktur kuat dan kokoh. Oleh karena itu, secara tidak langsung mikrofibril selulosa terproteksi dari degradasi dengan adanya komponen hemiselulosa dan lignin yang terikat kuat pada struktur lignoselulosa (Gambar 3.3).

Kemudahan selulosa untuk dirombak adalah tergantung dari keberhasilan membuka ikatan hidrogennya. Ikatan hidrogen pada selulosa dapat diputus dengan cara hidrolisis secara asam ataupun enzimatis. Selulosa akan membentuk glukosa (produk monomer selulosa) pada hidrolisis sempurna, sedangkan hidrolisis tidak sempurna dari selulosa akan menghasilkan produk disakarida dari selulosa yaitu selobiosa (Lee *et al.*, 2014). Hidrolisis selulosa mudah terjadi jika ada bantuan perlakuan seperti penggilingan yang dapat meningkatkan luasan kontak (memperluas permukaan), dengan penguapan (*steaming*), atau dengan perlakuan kimia agar selulosa tidak berbentuk kristal atau terlindung dalam komponen ikatan seperti lignin dan silika.



Gambar 2.3 Struktur Kimia Selulosa
(Sumber: Lehninger 1993)

a. Sifat-Sifat Selulosa

Selulosa memiliki sifat kimia dan sifat fisika. Fengel dan Wegner, (1995) menyatakan Sifat fisika dari selulosa adalah panjang, lebar dan tebal molekul. Selulosa rantai panjang memiliki sifat fisik yang lebih kuat, lebih tahan lama terhadap degradasi yang disebabkan oleh pengaruh panas, bahan kimia maupun pengaruh biologis. Menurut Fengel dan Wegner (1995) bahwa selulosa dibedakan atas 3 jenis berdasarkan derajat polimerisasi dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17.5% yaitu:

1) Selulosa alpha

Adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi 600-1500. Selulosa alpha digunakan sebagai penduga dan penentu tingkat kemurnian selulosa.

2) Selulosa betha

Adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% dan basa kuat dengan derajat polimerisasi 15-90. Selulosa betha dapat mengendap bila dinetralkan.

3) Selulosa gamma

Merupakan selulosa yang sama dengan selulosa betha, tetapi selulosa gamma memiliki derajat polimerisasi kurang dari 15.

Dalam pembentukannya, tanaman membuat selulosa dari glukosa, yang merupakan bentuk yang paling sederhana dan paling umum karbohidrat yang ditemukan dalam tanaman. Glukosa terbentuk melalui proses fotosintesis dan digunakan untuk energi atau dapat disimpan sebagai pati yang akan digunakan kemudian. Selulosa dibuat dengan menghubungkan unit sederhana banyak glukosa bersama-sama untuk menciptakan efek simpang siur rantai panjang, membentuk molekul panjang yang digunakan untuk membangun dinding sel tanaman.

1) Fungsi Selulosa

Struktur dan kekakuan bagi tanaman akan tetap terjaga karena adanya selulosa. Hal ini yang menyebabkan dinding sel tanaman kaku dan tidak dapat berubah-ubah bentuk. Selulosa berfungsi sebagai kerangka untuk memungkinkan tanaman untuk menahan kekuatan mereka dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berbeda.

2) Sifat fisika selulosa menurut Fengel dan Wenger, (1995):

- a) Berwarna putih
- b) Bersifat higroskopis (mudah menyerap dan melepaskan uap air) jika dalam keadaan kering, keras, rapuh. Selulosa

akan bersifat lunak jika cukup banyak mengandung air.

- c) Memiliki berat molekul berkisar antara 300.000–500.000 gr/mol
 - d) Berat molekul selulosa menurun jika terdegradasi oleh hidrolisa, foto kimia, oksidasi, maupun secara mekanis.
 - e) Larut dalam pelarut alkali tetapi tidak larut dalam larutan asam dan basa dan air.
 - f) Larut dalam larutan NaOH + CS₅ atau Cu(NH₃)₄(OH)₂.
 - g) Jika dibandingkan dengan bentuk amorfnya selulosa dalam kristal mempunyai kekuatan lebih baik.
- 3) Sifat kimia selulosa:
- a) Dalam suasana asam selulosa akan terhidrolisis sempurna dan menghasilkan glukosa.
$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \longrightarrow nC_6H_{12}O_6$$
 - b) Hidrolisa parsial menghasilkan disakarida
$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \longrightarrow nC_{12}H_{22}O_{11}$$
 - c) Hidrolisa berlebih menghasilkan asam oksolat
$$(C_6H_{10}O_5)_n + 4 \frac{1}{2} nH_2O \longrightarrow 3nH_2C_2O_4 + 2nH_2O$$
 - d) Hidrolisa lengkap dengan HCl 40% dalam air menghasilkan D glukosa
 - e) Selulosa tidak mempunyai karbon

Sifat-sifat serat selulosa menurut Harsini dan Susilowati (2010), adalah sebagai berikut:

- a) Memiliki kekuatan tarik yang tinggi.
- b) Mampu membentuk jaringan.
- c) Tidak mudah larut dalam alkali, air, dan pelarut organik.
- d) Relatif tidak berwarna.
- e) Memiliki kemampuan mengikat yang lebih kuat.

Selulosa berperan besar dalam memberikan kekuatan tarik sedangkan lignin memberikan kekuatan tekan dan mencegah pelipatan mikrofibril. Selulosa dan lignin diikat dengan hemiselulosa. Gugus fungsional dari gugus selulosa adalah gugus hidrofilik. Struktur rantai selulosa distabilkan oleh ikatan hydrogen yang kuat disepanjang rantai. Di dalam selulosa alami dari tanaman, rantai selulosa diikat bersama-sama membentuk mikrofibril yang sangat terkristal (*highly crystalline*) dimana setiap rantai selulosa diikat bersama-sama oleh ikatan hydrogen.

b. Sumber-Sumber Selulosa

Dalam serat tanaman selulosa bervariasi menurut sumbernya. Selulosa berkaitan dengan bahan-bahan seperti substansi-substansi mineral, air, pectin, lilin, protein dan lignin. Tabel 3.2 di bawah ini menunjukkan jumlah senyawa kimia yang terdapat dalam beberapa bahan yang mengandung selulosa (Zugenmaier, 2008).

Tabel 2.2.

Jumlah senyawa yang terdapat dalam beberapa bahan yang mengandung selulosa menurut Zugenmaier (2008)

Sumber	Komposisi (%)			
	Selulosa	Hemiselulosa	Lignin	Ekstrak
Hardwood	43-47	25-35	16-24	2-8
Softwood	40-44	25-29	25-31	1-5
Tebu	40	30	20	10
Coir	32-43	10-20	43-49	4
Tongkol jagung	45	35	15	5
Tangkai jagung	35	25	35	5
Kapas	95	2	1	0,4
Flax (dibasahi)	71	21	2	6
Flax (tidak dibasahi)	63	12	3	13
Hemp	70	22	6	2
Henequen	78	4-8	13	4
Istle	73	4-8	17	2
Jute	71	14	13	2
Kenaf	36	21	18	2
Rami	76	17	1	6
Sisal	73	14	11	2
Sunn	80	10	6	3
Jerami gandum	30	50	15	5

Menurut Gea (2010) bahwa sumber lain selulosa adalah hasil biosintesis selulosa oleh mikroorganismenya seperti bakteri, alga, dan jamur. Alga dan jamur menghasilkan selulosa melalui sintesis *in vitro* secara enzimatik dari selobiosil fluorida, dan kemosintesis dari glukosa dengan pembukaan cincin polimerisasi turunan benzil dan pivaloyl. Selanjutnya dikatakan bahwa dari ketiga mikroorganismenya tersebut, hanya spesies *Acetobacter xylinum* yang diketahui dapat menghasilkan selulosa dalam jumlah besar. Sumber selulosa lain adalah dari hewan, yang disebut tunicin atau selulosa hewan karena diperoleh dari organismenya bahari tertentu dari kelas Tunicata.

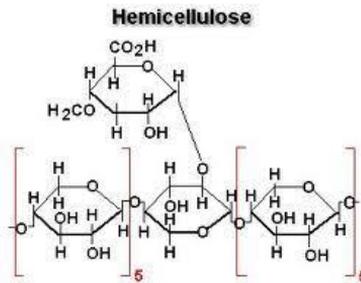
2. Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah polisakarida dengan berat molekul rendah, sering mengalami kopolimer dengan

glukosa, asam glukoronat, mannososa, arabinosa dan xilosa, dapat berbentuk acak, bercabang amorf atau struktur nonlinier dengan kekuatan rendah. Hemiselulosa mudah dihidrolisis oleh asam atau basa encer, atau enzim hidrolisis.

Hemiselulosa bila dibandingkan dengan selulosa, hemiselulosa memiliki rantai molekul yang lebih pendek. Senyawa hemiselulosa ada beberapa memiliki rantai-cabang. Dalam kayu keras kandungan hemiselulosa lebih besar dan komposisi gulanya berbeda jika dibandingkan dalam kayu lunak. Hemiselulosa merupakan polimer polisakarida heterogen tersusun dari unit D-glukosa, D-manosa, L-arabiosa dan D-xilosa. Nonkristalin merupakan sifat hemiselulosa dan mudah mengembang. Tidak bersifat serat, lebih mudah dihidrolisis dengan asam dan mudah larut dalam 13 pelarut alkali. Berbeda dengan selulosa, hemiselulosa sukar larut dalam pelarut asam, dan lebih mudah larut dalam pelarut alkali. Hemiselulosa tidak seperti selulosa yang memiliki serat-serat panjang. Hidrolisis hemiselulosa dapat dilakukan dengan menggunakan asam ataupun enzim. Enzim xylanase merupakan salah satu enzim yang dapat menghidrolisis hemiselulosa. Produk monomer D-xilosa merupakan hasil hidrolisis hemiselulosa.

Struktur hemiselulosa dapat dilihat pada Gambar 2.4. (Lee *et al.*, 2014).



Gambar 2.4. Struktur hemiselulosa (Lee, *et al.*, 2014)

- a. Sifat-sifat hemiselulosa
 - 1) Nonkristalin
 - 2) Mudah mengembang
 - 3) Sangat hidrofolik
 - 4) Larut dalam air panas dan alkali encer
 - 5) Ikatan karbonnya lebih lama
 - 6) Terhidrolisis oleh asam encer membentuk pentosa heksosa
 - 7) Hemiselulosa akan melunak pada saat proses pemasakan berlangsung, serat yang sudah terpisah akan lebih mudah menjadi berserabut pada saat hemiselulosa melunak.
- b. Kegunaan Hemiselulosa
Fungsi hemiselulosa adalah sebagai penguat dinding sel tanaman seperti kegunaan selulosa pada dinding sel tanaman.

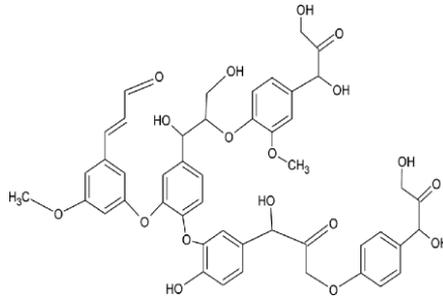
3. *Lignin*

Lignin atau disebut juga zat kayu. Lignin membuat dinding sel tanaman menjadi keras karena lignin merupakan senyawa turunan alkohol kompleks. Lignin adalah salah satu komponen utama sel tanaman, termasuk dalam heteropolimer dikarenakan sebagian besar monomernya terdiri dari para-hidroksifenilpropana dan mengandung koniferil

alkohol (Casey, 1980), karena itu lignin juga memiliki dampak langsung terhadap karakteristik tanaman. Lignin terutama terakumulasi pada batang tumbuhan berbentuk pohon dan semak. Suatu pohon bisa berdiri tegak (seperti semen pada sebuah batang beton) karena pada batang, fungsi lignin sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya.

Lignin tersusun atas jaringan polimer 3 dimensi fenolik bercabang banyak yang berfungsi sebagai perekat serat selulosa dan hemiselulosa sehingga struktur sel tanaman menjadi sangat kuat (Sun dan Cheng, 2002). Struktur kimia lignin sangat kompleks dan tidak berpola sama. Hal ini berbeda jika dibandingkan dengan selulosa yang terbentuk dari gugus karbohidrat yang cenderung membentuk rantai lurus. Lignin berfungsi memberi kekakuan pada tanaman, terlokalisasi pada permukaan lumen dan daerah dinding berpori untuk mempertahankan kekuatan dinding, permeabilitas dan membantu transportasi air.

Lignin tahan serangan mikroorganisme dan kebanyakan dalam bentuk cincin aromatik yang tahan terhadap proses anaerobik sehingga kerusakan akibat proses anaerobik pada lignin adalah lambat. Kandungan lignin pada pakan ternak ruminansia sangat berpengaruh pada kemudahan pakan itu untuk dicerna. Pakan yang rendah kandungan ligninnya mudah dicerna oleh ternak. Struktur lignin menurut Crestini *et al.*, (2010) dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Lignin (Crestini *et al.*, 2010)

Berdasarkan strukturnya lignin dibagi dalam dua kelompok, yaitu:

- a. Lignin Guaiasil merupakan polimer dari unit koniferil alkohol dan banyak terkandung dalam kayu daun jarum (*softwood*) dengan kadar lignin 23–32% dan terdapat pada kayu daun jarum yang bersifat lebih homogen yang terutama disusun oleh unit guaiasil sekitar 90% dan sisanya parahidroksi kumaril.
- b. Lignin Guaiasil–Siringil merupakan polimer dari unit koniferil alkohol dan sinapil alkohol bersifat lebih heterogen karena tersusun atas guaiasil dan siringil. Zat ini terdapat pada kayu dengan daun lebar (*hardwood*) dengan kadar lignin 20%–28% dan juga terdapat pada kayu tropis dengan kadar lignin 30% (Achmadi, 1990).

Konsentrasi lignin tertinggi terdapat dalam lamela tengah pada dinding sel suatu tanaman. Lignin yang terdapat pada tanaman biasanya memiliki heterogenitas yang berbeda secara botani. Perbedaan terletak dalam segi kelas, ordo, genus maupun pada jaringan selnya bahkan pada lapisan sel satu spesies tanaman.

- a. Sifat lignin menurut Fengel, dan Wegner, (1995):
- 1) Tidak larut dalam air dan larut dalam larutan NaOH
 - 2) Sangat tahan terhadap reaksi kimia
 - 3) Tahan terhadap hidrolisa yang disebabkan oleh adanya ikatan alkil dan ikatan eter
 - 4) Pada suhu tinggi, lignin dapat mengalami perubahan struktur dengan membentuk asam format, metanol, asam asetat, aseton, vanilin dan lain-lain.
 - 5) Memiliki BM antara 3.000-140.000
 - 6) Tergolong reaktif, karena memiliki gugus karboksil, metoksil dan karbonil dan akan terbentuk benzena bila didestilasi oleh alkali.
- b. Sifat fisik Lignin
- Secara fisik lignin membungkus mikrofibril selulosa dalam suatu matriks hidrofobik dan terikat secara kovalen baik dari selulosa maupun hemiselulosa. Lignin memiliki wujud amorf yang berarti tidak memiliki bentuk. Bobot jenis lignin berkisar antara 1,3-1,4 tergantung pada sumber ligninnya. Menurut Davin *et al.*, (2005) bahwa untuk mengubah sifat lignin, lignin harus dimodifikasi melalui proses sulfonasi menjadi lignosulfonat. Sifat lignin disini adalah sifat yang memiliki kekuatan ikatan hidrogen dan kerapatan energi kohesifitas.
- c. Sifat Kimia Lignin
- 1) Gugus OH Fenolik
 - 2) Atom-atom hidrogen pada lingkaran fenolik bersebelahan dengan gugus OH

- 3) Gugus OH pada rantai samping, terutama pada atom karbon- α
 - 4) Ikatan eter pada rantai samping, terutama pada atom karbon- α
 - 5) Gugus-gugus metoksil
- d. Kegunaan lignin

Kegunaan lignin dalam tanaman adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai struktur penyusun dinding sel.
Bagian paling luar dari sel tumbuhan adalah dinding sel tumbuhan. Dinding sel ini tersusun atas serabut serabut panjang dan keras yang masing-masing terbenam dalam matriks protein dan polisakarida. Umumnya serabut-serabut ini tersusun dari selulosa dan matriksnya sebagian besar tersusun dari hemiselulosa dan pektin.
- 2) Lignin memberikan kekuatan pada dinding sel, sebagai pengangkut internal dari air, nutrisi dan zat metabolit serta sebagai penyambung antara sel dan sebagai penyambung antara sel kayu yang senyawanya tahan terhadap tekanan, jaringannya tahan terhadap serangan mikroorganisme dan perambatan enzim penghancur dalam dinding sel dan bersifat fleksibel.
- 3) Sebagai pengikat serat.
Derajat polimerisasi dari lignin cukup tinggi, sebab ukuran dan struktur tiga dimensi dari lignin yang membuat lignin berfungsi sebagai semen atau lem yang kegunaannya

dapat mengikat serat dan memberikan kekerasan pada struktur serat. Sebagai perekat alami lignin dapat mengikat sel-sel serat sehingga tetap bersama-sama.

Saat ini, penggunaan lignin masih sangat terbatas yang disebabkan oleh kelarutan dan struktur kimia lignin. Struktur kimia lignin dapat dimodifikasi misalnya dengan cara sulfonasi lignin menjadi senyawa garam lignosulfonat. Modifikasi lignin ini dapat merubah sifat lignin. Produk-produk garam lignosulfonat dapat berupa kalsium lignosulfonat, ammonium lignosulfonat, seng (*zink*) lignosulfonat dan natrium lignosulfonat.

Bab 3

Metode Pengolahan Jerami untuk Peningkatan Nilai Nutrisi

Jerami banyak mengandung komponen serat (selulosa dan hemiselulosa) dan lignin yang jauh lebih tinggi dari rumput. Berbagai perlakuan atau inovasi teknologi pakan yang dilakukan oleh para ahli nutrisi dan makanan ternak dalam meningkatkan nilai manfaat limbah jerami tersebut. Novirman Jamarun (2005), menganjurkan bahwa jerami sebelum diberikan pada ternak, agar dilakukan perlakuan awal terlebih dahulu pada jerami tersebut untuk meningkatkan kualitas, nilai manfaat dan pencernaan jerami. Perlakuan terhadap limbah jerami dapat dilakukan berupa biologi, fisika, kimia dan gabungan fisika-kimia maupun biologi. Menurut Mastika (1991), prinsip dasar peningkatkan kualitas jerami adalah degradasi dinding sel, lignin dan selulosa yang terdapat pada limbah jerami. Perlakuan kimia di pedesaan biasanya menggunakan urea (amoniasi) sebagai alternatif yang cukup mudah dilakukan dalam pengolahan limbah jerami.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan nilai nutrisi dari jerami. Hasil penelitian menunjukkan beragam tingkat keberhasilan. Usaha peningkatan kualitas jerami tersebut dilakukan dengan cara meningkatkan nilai pencernaan melalui pemecahan ikatan kompleks lignoselulosa baik

secara mekanik/fisik, kimia dan biologis maupun kombinasinya. Metode tersebut diatas secara umum digunakan untuk meningkatkan nilai nutrisi jerami dengan cara melemahkan dan memecah ikatan ligno-selulosa pada jerami. Akan tetapi dalam peternakan rakyat metode pengolahan tersebut tidak semua dapat diterapkan karena selalu dikaitkan dengan biaya dari setiap metode yang digunakan.

A. Metode Perlakuan Fisik

Di lapangan pengalaman untuk ternak ruminansia sering menunjukkan adanya ketidakpuasan dalam penggunaan jerami sebagai bahan pakan karena tidak dapat mengejar target produksi. Hal ini karena diakibatkan dari rendahnya nilai nutrisi (komposisi kimia) yang terkandung dalam jerami limbah hasil pertanian. Alasan tidak tercapainya target produksi ternak adalah rendahnya kandungan protein dari jerami dan tingginya nilai energi yang terkandung dalam selulosa dan hemiselulosa. Energi ini merupakan sumber energi yang siap pakai. Akan tetapi keberadaan serat dalam bentuk lignoselulosa tidak dapat digunakan sebagai sumber energi, kecuali hidrogen yang mengikat antara lignin dan selulosa dilonggarkan sehingga keduanya terpisah. Dengan demikian barulah selulosa dapat dimanfaatkan. Oleh sebab itu para ahli teknologi pakan ternak menyarankan perlu adanya perhatian khusus terhadap beberapa faktor yang berhubungan dengan tingkat kegunaan jerami sisa pertanian sebagai sumber pakan. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan antara lain; konformasi dan ukuran serat, dan komposisi serat yang sangat berpengaruh terhadap daya degradasinya. Salah

satu bentuk perlakuan yang dapat dilakukan yang berkaitan dengan faktor tersebut adalah metode perlakuan fisik.

Dasar dari metode pengolahan jerami adalah metode mekanik/fisik, kimia, dan biologis. Metode ini adalah metode *pretreatment* yang merupakan perlakuan pendahuluan terhadap lignoselulosa sehingga mempermudah pelepasan hemiselulosa dan selulosa yang tujuannya adalah memecah atau melonggarkan ikatan atau struktur lignin agar enzim dapat masuk untuk memecah hemiselulosa dan selulosa (Kumar *et al.*, 2009). Beberapa penelitian dilakukan pada jerami padi dengan tujuan untuk mengatasi rendahnya nilai cerna dan meningkatkan nilai nutrisi jerami padi. Beberapa perlakuan diantaranya perlakuan fisik, kimia dan biologi (dengan bantuan mikroorganisme). Salah satu perlakuan fisik yang dilakukan untuk meningkatkan nilai degradasi adalah memperkecil ukuran partikel suatu bahan pakan. Hidayat *et al.* (2006) melaporkan bahwa memperkecil ukuran partikel jerami dapat meningkatkan nilai nutrisi dan daya cerna. Penelitian Ramos *et al.* (2009) bahwa ukuran partikel biji jagung sangat memengaruhi proses pencernaan pati di dalam rumen sehingga dapat dijadikan perlakuan dalam hal manipulasi proses fermentasi

Metode perlakuan fisik yang dikenakan pada jerami sisa hasil pertanian adalah beberapa upaya yang dilakukan yang menyangkut faktor fisik seperti pengecilan ukuran, pengubahan suhu, perendaman dan lain-lain. Upaya ini dilakukan untuk meningkatkan daya reaksi bahan yang berdampak pada peningkatan kualitas bahan dan nilai kegunaannya. Metode ini adalah yang paling sederhana dan secara signifikan dapat

meningkatkan hidrolisis enzimatis jerami jagung (Talebnia *et al.* 2010). Metode yang sering digunakan pada jerami adalah pemotongan, pencacahan dan penggilingan. Metode ini mudah dikerjakan dan biayanya murah.

1. Pengecilan Ukuran Bahan

Salah satu cara untuk memperbaiki nilai nutrisi jerami (lignoselulosa) adalah dengan mengecilkan ukuran partikel dengan cara pemotongan, penggilingan atau pemadatan. Beberapa penelitian perlakuan fisik yang dikembangkan dengan menggunakan kayu sebagai bahan serat, terdapat penemuan bahwa secara enzimatis atau melalui aktivitas hidrolisa asam menyebabkan peningkatan kadar glukosa dan beberapa gula yang sudah terfermentasi.

Dampak dari pengecilan ukuran pada jerami adalah peningkatan laju reaksi dengan berbagai enzim yang ada di dalam perut ternak ruminansia, peningkatan kerapatan makanan dan penurunan waktu mengunyah, sehingga menyebabkan meningkatnya intake jerami yang mengalami penggilingan. Kecilnya ukuran partikel jerami yang dikonsumsi meningkatkan laju pencernaan selulosa dan hemiselulosa akibat luasnya permukaan yang kontak dengan enzim pencernaan. Penggilingan bukan bertujuan mengurangi ketebalan sel jerami atau menghancurkan struktur polimer pada molekul lignoselulosa tetapi lebih berdampak pada pengecilan ukuran. Dengan pengecilan ukuran diharapkan kontak antara sel-sel pada jerami dengan enzim-enzim dalam pencernaan akan meningkat.

Doyle *et al.*, (1996) menyatakan bahwa metode perlakuan fisik lain adalah perendaman, dibentuk

pellet, pengukusan, pressure cooking dan penggunaan sinar X yang digunakan dalam meningkatkan nilai nutrisi jerami. Namun demikian, perlakuan tersebut sulit untuk diterapkan dalam skala kecil karena tidak praktis dengan biaya yang sangat mahal. Namun disisi lain perlakuan fisik seperti pemotongan dan pencacahan dinilai kurang menguntungkan, karena dengan mengecilnya ukuran partikel menyebabkan laju aliran pakan dalam rumen ternak meningkat sehingga kecernanya menurun. Zhaoa *et al.* (2009) menyatakan bahwa aktivitas mengunyah, kecernaan serat dan pH rumen sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel jerami padi. Akan tetapi, ukuran partikel memiliki pengaruh yang kecil terhadap konsumsi pakan, laju aliran pakan dalam saluran pencernaan dan fermentasi didalam rumen. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan diatas bahwa metode perlakuan fisik/mekanik hanya dapat digunakan sebagai metode perlakuan awal sebelum dilanjutkan dengan perlakuan biologis maupun kimia.

2. Pengaruh Penggilingan terhadap Komposisi Kimia Jerami

Para ahli menyatakan bahwa kualitas jerami dapat berubah jika dilakukan pengecilan ukuran secara ekstrim. Metode kimiawi merupakan salah satu metode yang lebih kompleks dan membutuhkan biaya yang lebih besar dalam penerapannya. Stone *et al.*, (1969) dalam penelitiannya pada jerami padi, menunjukkan bahwa dengan penggilingan secara ekstrim dapat meningkatkan kecernaan dan ketersediaan karbohidrat. Alat penggiling yang

digunakan dalam penelitian Stone adalah *ball milling*. Akibat penggilingan yang ekstrim tersebut telah terjadi kerusakan pada struktur lignin dan degradasi pada rantai selulosa yang disebabkan oleh hidrolisis mekanik selama pergetaran penggilingan dengan *ball milling*. Perlakuan penggilingan dengan menggunakan *ball milling* selama 10 menit memberi pengaruh terhadap peningkatan kecernaan material karbohidrat secara enzimatik sebesar 67%, sedangkan jika penggilingan diperpanjang hingga 8 jam maka nilai kecernaannya dapat meningkat hingga 96%. Menurut Stone bahwa hal tersebut tidak ekonomis untuk dilakukan pada jerami sisa pertanian untuk makanan ternak, tetapi hal itu menunjukkan bahwa untuk meningkatkan kualitas nutrisi dari bahan jerami berserat dapat dilakukan dengan melakukan pengecilan ukuran jerami.

Ukuran partikel hasil penggilingan untuk tujuan pemeletan pada umumnya berkisar antara 1-2 MU dan untuk tujuan pembuatan silase dengan ukuran partikel 5-6 MU. Ukuran partikel dari jerami yang digiling menunjukkan derajat kehalusan yang dinyatakan dalam MF (*modulus of fineness*) atau MU (*modulus of uniformity*). Penggilingan pada dasarnya dilakukan tidak hanya untuk memperbaiki kualitas jerami, tetapi juga untuk pembuatan pellet. Akan tetapi secara nutritif terjadi pengaruh yang bervariasi. Bahan yang dibuat pellet salah satu tujuannya untuk meningkatkan efisiensi konsumsi.

B. Metode Perlakuan Kimia

Pada prinsipnya perlakuan secara kimiawi dilakukan untuk memecah ikatan lignin-selulosa sehingga selulosa tersebut dapat dimanfaatkan oleh ternak. Perlakuan dengan berbagai macam bahan kimia yang digunakan sebagai *pretreatment* untuk menurunkan lignin dan hemiselulosa pada jerami jagung. Beberapa penelitian telah dilakukan antara lain penelitian yang dilakukan (Harfiah dan Zain Mide, 2014) adalah dengan perlakuan alkali dengan kapur atau CaCO_3 perlakuan asam dengan HCl 5% yang dilaporkan Kshirsagar *et al.*, (2015), menggunakan pelarut organik seperti asam asetat (Hsu *et al.*, 2010) dan dengan penambahan urea seperti yang dilaporkan (Ojeda-Delgado *et al.*, 2018).

1. Perlakuan dengan Natrium Hidroksida

a. Pendidihan Jerami dengan NaOH

Penelitian dari (Doyle *et al.*, 1996) dengan menggunakan metode kimia dalam pengolahan jerami. Perlakuan dilakukan dengan menggunakan senyawa alkali, asam dan reagen oksidatif. Agen alkali yang paling umum dan paling sering digunakan adalah natrium hidroksida (NaOH), amonia (NH_3), urea, klorin dan kapur. Aplikasi teknologi pengolahan secara kimia merupakan aplikasi sederhana dan tidak memerlukan teknologi yang mahal sehingga perlakuan kimia pada jerami padi tampaknya menjadi metode yang praktis untuk digunakan pada peternakan skala kecil menengah (Van Soest 2006; Sarnklong *et al.*, 2010). Penggunaan bahan kimia tersebut banyak memiliki kelemahan

(Doyle, 1996) akan tetapi metode perlakuan kimia dinilai lebih prospektif, karena senyawa-senyawa kimia yang digunakan dapat bekerja dengan cepat

Penggunaan bahan kimia dalam pengolahan jerami merupakan suatu kelemahan petani karena bahannya sulit didapat, jika penggunaannya tidak tepat akan mengakibatkan dampak negatif pada ternak dan harganay yang terlalu mahal. Marsden dan Grey, (1986) dan Gunam dan Antara (1999) melaporkan bahwa salah satu metode perlakuan secara kimia adalah delignifikasi dengan menggunakan NaOH/KOH karena kemampuannya merusak struktur lignin, bagian kristalin dan amorf. Menyebabkan pengembangan struktur selulosa serta memisahkan sebagian lignin dan hemiselulosa. Metode perlakuan kimia juga akan meningkatkan efektifitas proses hidrolisis enzimatis dengan cara meningkatkan aksesibilitas enzim pada permukaan selulosa. Seperti hasil penelitian pada jerami padi yang dilaporkan oleh Selim *et al.*, (2004) bahwa pengaruh yang ditimbulkan dari perlakuan alkali pada jerami adalah peningkatan palatabilitas pada jerami padi dan memungkinkan struktur karbohidrat dapat diurai oleh mikroorganisme rumen.

Beberapa bahan kimia lainnya yang bersifat alkali antara lain bahan yang mengandung gugus hidroksida misalnya NaOH, larutan abu atau bahan lain yang mengandung unsur-unsur pembentuk basa seperti Na_2O , CaO , Na_2CO_3 , dsb.

Perlakuan dengan NaOH memiliki dampak yang menguntungkan, namun perlakuan dengan NaOH juga memiliki kelemahan antara lain peningkatan kecepatan melintas pakan dalam rumen dan urinasi yang berlebihan (Van Soest, 2006; Sarnklong *et al.*, 2010). Kerugian lain yang timbul adalah pencemaran lingkungan yang diakibatkan limbah cair yang berasal dari proses tersebut yang terkontaminasi dengan sisa NaOH (Fahey *et al.*, 1993).

Metode pendidihan jerami menggunakan NaOH adalah sebagai berikut:

- 1) 100 kg jerami dicampur dengan 4 kg NaOH kemudian dididihkan pada 200 liter air selama kurang lebih 12 jam.
- 2) Kemudian sebelum diberikan pada ternak hasilnya dicuci dengan air bersih.

Umumnya, nutrisi jerami akan meningkat jika diterapkan dengan perlakuan ini. Akan tetapi pencernaan bahan organik masih di bawah 88%. Untuk karena itu metode ini dimodifikasi dan dikombinasikan dengan pemberian tekanan tinggi menggunakan *autoclave*. Hasil modifikasi dari metode ini menyebabkan penurunan kebutuhan NaOH menjadi 40 g NaOH/kg jerami. Untuk mendidihkan NaOH pada dosis tersebut diberi perlakuan dengan tekanan tinggi dalam *autoclave* pada tekanan 5-6 atau selama 6-8 jam hal ini dilakukan untuk memperoleh kualitas jerami yang baik

Metode pendidihan ini kemudian dimodifikasi yaitu sebelumnya jerami dipotong

selanjutnya diinkubasi selama 12 jam di dalam larutan NaOH 80 g/kg jerami. Setelah diinkubasi jerami kemudian diberi air panas 100°C selama 1-2 jam.

b. Perendaman Jerami dengan NaOH

Metode perendaman jerami menggunakan NaOH yaitu jerami direndam dalam larutan NaOH 1,5-2% selama tiga hari. Perlakuan tanpa melakukan pemanasan, tetapi perendaman dilakukan selama 3 hari, kemudian jerami hasil perendaman diangkat dan dicuci untuk menghilangkan residu busanya. Hasil penelitian perendaman jerami dengan NaOH dari taraf 0-1,5% nilai pencernaan bahan organik jerami meningkat dari 45,7% menjadi 71,2%

Metode perendaman ini menyebabkan kehilangan bahan kering yang relatif lebih rendah yaitu kira-kira 20% jika dibandingkan dengan perlakuan pendidihan dengan NaOH. Selama proses pengujian terjadi kehilangan 25-30% legumin dan 8-15% pentosan.

Kelebihan lainnya dari metode perendaman ini adalah mudah dilakukan dan sangat murah biayanya, adanya peningkatan palatabilitas akibat aroma yang ditimbulkannya, dibandingkan dengan metode pendidihan.

c. Pelembaban Jerami dengan NaOH

Metode pelembaban jerami adalah cara baru perlakuan dengan NaOH untuk memperoleh peningkatan nilai pencernaan terutama bahan kering dan bahan organik. Metode yang

dikembangkan ini disebut metode kering karena jerami hanya dilembabkan saja. Pada metode ini jerami tidak lagi mengalami perendaman dan pendidihan yang memerlukan sumber energi yang lebih besar.

Prosedur pelembaban jerami pada metode ini sangat sederhana dan relatif mudah dilaksanakan yaitu:

- 1) Jerami dipotong-potong dengan ukuran ± 10 cm,
- 2) Larutan NaOH yang digunakan adalah NaOH 1-1,5%. Setiap kg jerami dicampurkan dengan larutan NaOH dengan perbandingan 1: 1,
- 3) Larutan disemprotkan pada seluruh bagian jerami dan diaduk secara merata sehingga semua jerami yang diperlakukan tercampur homogen dengan larutan NaOH.
- 4) Selanjutnya campuran dimasukkan ke dalam kantong plastik hitam berukuran kira-kira untuk 100-150 kg per kantong. Kantong plastik harus kedap udara, air dan cahaya.
- 5) Selanjutnya campuran dalam kantong diinkubasi selama antara 3-5 minggu. Setelah tiba waktunya, plastic dibuka dan campuran dapat digunakan langsung untuk makanan ternak.

Kelebihan metode ini adalah adanya peningkatan pencernaan bahan kering in vitro dari 30-40% menjadi 70-80%. Adanya pengurangan penggunaan air untuk membilas jerami, sehingga secara praktis dapat digunakan untuk daerah-

daerah yang tidak memiliki sumber air. Di samping itu dapat menghindari terjadinya polusi akibat residu kimia saat pembilasan.

Metode perlakuan kimiawi dengan perendaman maupun dengan metode pelembaban (*dry method*) dengan NaOH dapat meningkatkan kandungan Natrium antara 30–35 gram Na/kg bahan kering. Hal ini berarti meningkatkan konsumsi Na bagi ternak yang mengkonsumsi jerami olahan. Beberapa dampak yang ditimbulkan akibat tingginya kandungan Na dalam jerami olahan dengan NaOH adalah ternak mengalami gangguan ginjal, gangguan keseimbangan kandungan mineral dalam darah, kejadian alkalosis pada sapi yang mengkonsumsi 10 kg jerami yang diberi perlakuan 50 gr NaOH/kg/hari.

Temperatur dan tekanan serta dosis larutan NaOH sangat memengaruhi kecepatan reaksi antara bahan jerami yang diberi perlakuan dengan larutan NaOH. Beberapa hasil penelitian telah membuktikan bahwa laju reaksi dan pencernaan sangat nyata dipengaruhi oleh temperatur. Nilai pencernaan 63% dapat dicapai dengan menggunakan larutan 4% NaOH pada jerami dan dipanaskan pada suhu 130°C selama 5 menit, atau pada suhu 100°C selama 45 menit. Meskipun pada suhu yang lebih rendah dengan syarat adanya peningkatan dosis NaOH dan atau lamanya reaksi juga terjadi peningkatan nilai pencernaan.

d. Metode Alkali Kering (NaOH)

Faktor-faktor yang memengaruhi kualitas jerami yang diberi perlakuan NaOH seperti:

- 1) Varietas tanaman. Jenis tanaman berbeda kualitas jerami yang dihasilkan juga sangat beragam. Penambahan umur pada tanaman pertanian menyebabkan penurunan kualitas jerami yang dihasilkan. Perbedaan kualitas jerami memengaruhi kualitas hasil perlakuan alkali dengan NaOH.
- 2) Teknik perlakuan terhadap jerami setelah inkubasi.

Metode yang berbeda untuk memproduksi jerami yang diberi perlakuan NaOH adalah:

- 1) Teknik satu tahap yaitu: pencampuran jerami dengan bahan makanan lain sebelum dipelet. Secara ekonomis lebih murah dan mudah tetapi secara nutrisi kurang memberi keuntungan. Produknya lebih kasar secara fisik, efek alkalinya cenderung menurunkan nilai pencernaan, juga terjadi penurunan kerapatan dan tidak tahan lama. Untuk menghindari kerugian pada teknik satu tahap dapat dilakukan pemanasan dengan larutan NaOH dan pengkondisian sebelum dicampur dengan bahan makanan yang lain.
- 2) Teknik 2 tahap yaitu: jerami dipres dalam bentuk pelet dan kemudian dipecah, dan dicampur dengan bahan makanan lain kemudian dipelet kembali. Teknik 2 tahap ini menghasilkan penurunan ukuran partikel jerami dan meningkatkan efektivitas

perlakuan sehingga diperoleh produk dengan densitas yang tinggi dan tahan lama meskipun dicampur dengan bahan makanan lain yang mengandung kadar lemak tinggi.

2. Palatabilitas Jerami dengan Perlakuan Natrium Hidroksida

Palatabilitas pakan sangat memengaruhi tingkat konsumsi pakan dari ternak. Parakkasi (1999) menyatakan bahwa faktor ternak (umur, bobot badan, tingkat pencernaan pakan, palatabilitas dan kualitas pakan) adalah faktor yang memengaruhi tingkat perbedaan konsumsi dari ternak.

Metode pengolahan dengan menggunakan NaOH biasanya dapat menghancurkan lignin dan silika, sehingga serat kasar menurun, dan protein yang di kandung juga ikut menurun. Perlakuan NaOH pada jerami menimbulkan masalah pada tingkat palatabilitas ketika diberikan pada ternak. Pada perlakuan pemberian NaOH tekstur jerami yang dihasilkan menjadi lebih keras dan aroma yang dihasilkan juga tidak sedap sehingga palatabilitas menjadi rendah. Pemberian 5% NaOH mengandung 25 g Na/kg jerami dan hanya 10 g dari jumlah tersebut tertinggal pada jerami dalam bentuk NaOH. Hal ini menyebabkan ternak tidak terlalu banyak mengkonsumsi pakan dan cenderung menolak pakan yang diolah dengan NaOH. Dengan semakin rendahnya palatabilitas, semakin rendah juga konsumsi pakan.

C. Metode Perlakuan Biologi

Metode perlakuan biologis telah banyak dilakukan yaitu dengan menggunakan berbagai macam mikroorganisme penghasil enzim yang mampu mendegradasi lignoselulase.

Metode ini digunakan dalam proses fermentasi yang menghasilkan silase jerami jagung. Liu dan Orskov (2000) menyatakan bahwa penggunaan jamur dan enzim dalam proses fermentasi memiliki kemampuan memetabolisme lignoselulosa yang berpotensi meningkatkan nilai gizi jerami melalui proses delignifikasi yang selektif.

Berikut adalah beberapa mikroorganisme penghasil enzim yang dilaporkan oleh beberapa peneliti:

Tabel 3.1
Beberapa mikroorganisme penghasil enzim

No	Jenis Mikroorganisme Penghasil Enzim	Peneliti
1	<i>Phanerochete chrysosporium</i> , <i>Coridus versicolor</i>	Wang <i>et al.</i> 2013
2	<i>Cyathus stercoreus</i> , <i>Pycnoporus sanguineus</i> , <i>Phlebia brevispora</i>	Saha <i>et al.</i> , 2016
3	<i>Irpex lacteus</i>	Xu <i>et al.</i> , 2010
4	<i>Cupriavidus basilensis</i> dan <i>Pandoraea</i> sp	Zhuo <i>et al.</i> , 2018

Perlakuan dengan metode kimia, mekanik/fisik, dan/atau metode biologis memiliki kemampuan merubah struktur lignoselulosa atau kompleks lignin-hemiselulosa selulosa (LHC). Pada umumnya metode ini digunakan untuk memfasilitasi pertumbuhan jamur yang memiliki kemampuan aktivitas selulolitik tingkat tinggi (Helal, 2005).

1. Metode Fermentasi Jerami

Metode fermentasi adalah metode yang dapat diaplikasikan dilapangan dengan mudah dan biaya sangat murah (Seglar, 2003; Zakaria *et al.*, 2013). Proses fermentasi dibuat dalam suatu wadah yang disebut *fermentor* atau *fermenter*. Fermentor adalah wadah untuk pertumbuhan mikroorganisme. Wadah ini kondisinya diatur agar tidak terjadi kontaminasi dan mikroorganisme yang bekerja selama fermentasi berlangsung memproduksi produk yang diinginkan dengan maksimum. Fermentor idealnya dilengkapi dengan pengatur suhu, pH, kadar oksigen, dan faktor lingkungan lain yang memungkinkan mikroorganisme tumbuh optimum. Fermentor juga sering disebut sebagai bioreaktor.

Fermentasi juga dapat dilakukan dengan penambahan kultur atau tanpa penambahan kultur dan kedua system ini berlangsung secara baik. Fermentasi dengan penambahan kultur menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dibandingkan dengan yang tidak ditambahkan kultur. Selain itu, fermentasi tanpa penambahan kultur membutuhkan waktu proses yang lebih lama. Fermentasi tanpa penambahan kultur menghasilkan kualitas yang tidak menentu, bervariasi terkadang baik dan terkadang kurang baik bahkan gagal walaupun tidak ada perubahan formula bahan yang digunakan. Fermentasi alami tanpa penambahan kultur starter memungkinkan pertumbuhan berbagai mikroba, sehingga proses fermentasi sulit dikontrol. Hal inilah yang menjadikan kualitas produk akhir tidak konsisten.

Penggunaan kultur fermentasi bertujuan untuk memperbaiki kualitas fermentasi. Salah satu karakteristik penting yang diperlukan pada kultur starter adalah kemampuannya mendominasi terhadap mikroorganisme lain yang berasal dari bahan baku. Hal ini sangat bergantung pada kemampuan kultur dalam menghasilkan zat-zat antagonis dan pertumbuhan kultur yang cepat di bawah kondisi fermentasi. Faktor penting yang menentukan apakah mikroba tersebut dapat mendominasi fermentasi adalah jumlah awal kultur starter yang dinokulasi. Jumlah kultur starter yang ditambahkan sebagai pemula umumnya adalah 7-8 log CFU/g atau sebagai hitungan mikroba awal fermentasi berjumlah 4-5 log CFU/g (Nur Hidayat *et al.* 2018).

Penggunaan inokulasi kultur yang optimal akan mengurangi jumlah mikroba awal yang terdapat pada bahan baku produk fermentasi. Mikroba tersebut akan bercampur dengan mikroflora yang hadir dalam bahan baku ketika kultur starter diinokulasi. Selama proses fermentasi berlangsung, perlu dipantau jumlah kultur starter flora alami dan yang diinokulasi, hal ini untuk memastikan pertumbuhan kultur starter dan dominasinya sebagai pemula. Pertumbuhan kultur starter dipantau dengan teknik bioteknologi molekuler dan menghitung jumlah sel dengan bantuan mikroskop. Untuk membedakan kultur starter dari flora asli biasanya tidak mudah apabila strain yang digunakan sebagai kultur starter diisolasi dari produk sejenis. Untuk menentukan jumlah kultur starter perlu dibuat standarnya agar pemantauan

pertumbuhan dan kelangsungan hidup kultur starter cukup efektif.

Fermentasi merupakan proses metabolik dengan bantuan enzim yang dihasilkan dari mikroba untuk melakukan reaksi kimia, oksidasi, reduksi dan hidrolisa (Stanbury and Whitaker, 1984). Fermentasi jerami merupakan salah satu metode pengolahan yang relatif murah dan praktis serta hasilnya cukup disukai ternak. Proses fermentasi terjadi karena kinerja dari berbagai macam bakteri pengurai seperti selulolitik, lipolitik, lignolitik, dan bahan-bahan yang bersifat fiksasi nitrogen non simbiotik. Bakteri selulolitik yang biasa digunakan dalam proses fermentasi seperti *Actinobacillus* sp., *Cytophaga hutchinsoi*, *Acidothermus cellulolyticus* (Mirni *et al.*, 2011), *Bacillus* sp., *Serratia* sp., dan *Pseudomonas* sp. (Khatiwada *et al.*, 2016). Sedangkan bakteri lignolitik *Bacillus* sp. dapat digunakan dalam perlakuan fermentasi (AbdElsalam and El-Hanafy, 2009), *Bacillus pumilus* strain B37 (Kausar *et al.*, 2012) dan *Pantoea* sp (Xiong *et al.*, 2013).

2. Silase

Silase merupakan hasil fermentasi dan silase berasal dari pakan asal hijauan yang memiliki kandungan air yang tinggi. Silase merupakan bentuk pengawetan hijauan dengan cara anaerob (tanpa udara). Silase juga dapat didefinisikan sebagai pakan yang telah diawetkan yang di proses dari bahan baku berupa tanaman hijauan dengan kadar air tertentu kemudian dimasukkan dalam sebuah tempat yang kedap udara tertutup rapat atau yang disebut silo.

Silase umumnya dibuat dari hijauan dari suku *Gramineae*, termasuk juga jagung, sorghum, dan sereal lainya dengan memanfaatkan seluruh bagian tanaman, tidak hanya biji-bijiannya. Silase juga dibuat dari limbah pertanian seperti jerami jagung, jerami padi dan jerami gandum. Silase dapat dibuat dengan menempatkan potongan-potongan hijauan ke dalam silo, menumpuknya dengan ditutup plastik, atau dengan membungkusnya membentuk gulungan besar (*bale*).

Tabel 3.2

Kandungan Nutrisi Silase Jerami Jagung

Kandungan Nutrisi	%
BK	23,68
PK	8,99
SK	25,14
LK	1,63
TDN	58,74
Energi Total (Kcal/Kg)	36,136

Silase jagung lebih optimal dalam menghasilkan nutrisi yang mudah dicerna serta mampu meningkatkan performan ternak dan produksi susu sehingga silase jerami jagung merupakan bahan pakan yang lebih banyak dipilih jika dibandingkan dengan hijauan maupun limbah pertanian lainnya (Keady *et al.*, 2005).

Menurut Borreani *et al.*, (2018) proses pembuatan silase ada 4 fase yaitu:

- a. Fase aerobik awal sesaat setelah panen
- b. Fase fermentasi
- c. Fase stabil penyimpanan di dalam silo
- d. Fase pengeluaran pakan hasil fermentasi dari silo.

Tujuan pembuatan silase adalah:

- a. Mempertahankan kualitas kandungan nutrisi yang terdapat pada hijauan.
- b. Meningkatkan kualitas bahan pakan ternak asal limbah hijauan agar dapat disimpan dalam kurun waktu yang lama untuk dapat diberikan pada saat musim kemarau.

Manfaat silase adalah sebagai berikut:

- a. Selama fermentasi, bakteri yang berperan di dalamnya bekerja pada selulosa dan karbohidrat pada pakan untuk meng-hasilkan asam lemak volatile seperti asam asetat, propionate, asam laktat dan butirat. Keberadaan asam lemak menurunkan pH sehingga menciptakan lingkungan di mana bakteri perusak tidak bisa hidup. Sehingga asam lemak volatil berperan sebagai pengawet alami. Pengawetan ini merupakan hal yang penting dilakukan ketika pakan hijauan tidak tersedia di musim penghujan.
- b. Ketika melalui proses fermentasi, selulosa dari hijauan pecah sehingga ketika dikonsumsi oleh ternak, jalur pencernaan pada perut ruminansia menjadi lebih singkat sehingga mempercepat penyerapan nutrisi.
- c. Beberapa organisme pelaku fermentasi memproduksi vitamin, seperti *lactobacillus* yang menghasilkan asam folat dan vitamin B12.
- d. Dalam proses pembuatannya silase dapat ditambah dengan bahan pakan lainnya seperti bekatul untuk menambah nilai nutrisi dan memperbaiki karakteristik fisik dan kimiawi silase.

- e. Fermentasi menghasilkan panas, karena energi kimia dari pakan hijauan digunakan oleh bakteri untuk melakukan fermentasi. Sehingga kandungan energi silase umumnya lebih rendah daripada hijauan. Namun kekurangan ini dapat diabaikan mengingat begitu banyaknya manfaat silase. Selain itu, dengan pecahnya selulosa, energi yang digunakan hewan ruminansia untuk mencerna silase menjadi lebih sedikit.
- f. Silase yang tidak dikonsumsi karena berlebih atau rusak, dapat dijadikan stok untuk pembuatan biogas dengan cara digesti anaerobic. Gas yang dihasilkan dapat digunakan untuk menghasilkan listrik, pemanas ruangan, dan penerangan.

Metode pembuatan silase jerami pada intinya hampir sama dengan metode fermentasi, tetapi silase dapat dibuat dengan bahan jerami basah, dan diolah secara alami dengan bakteri laktat supaya terjadi fermentasi. Berikut cara pembuatan silase jerami:

- a. Bahan dan Alat
 - 1) Jerami Jagung
 - 2) Tetes tebu atau molasses (1% berat jerami jagung)
 - 3) Dedak atau bekatul (3% berat jerami jagung segar)
 - 4) Dekomposer (0,04% berat jerami jagung segar)
- b. Alat:
 - 1) Kantung plastik
 - 2) Chopper atau sabit
 - 3) Garu

- c. Cara Pembuatan Silase Jerami Jagung
- 1) Cacah jerami jagung berukuran 5-10 cm, pencacahan bertujuan untuk memadatkan jerami jagung saat penyimpanan sehingga memudahkan terjadinya kondisi anaerob.
 - 2) Jerami jagung yang sudah dicacah dikeringkan selama lebih kurang 6 jam yang bertujuan untuk mengurangi kadar air, sehingga silase tidak membusuk.
 - 3) Campurkan jerami jagung, tetes, dedak padi, dan decomposer diaduk merata.
 - 4) Kemudian campuran dimasukkan dalam kantong plastik penyimpanan jerami jagung harus dibuat rapat dan dipadatkan hingga tidak ada udara. Perlakuan tersebut untuk menghindari pembusukan.
 - 5) Setelah jerami jagung difermentasikan dalam kantong plastik selama lebih kurang 3 minggu maka hasilnya adalah silase jerami jagung dan selama masih tersimpan dengan baik jerami jagung bisa digunakan sampai 2 bulan.

Pembuatan silase jerami cukup menguntungkan, karena tidak harus digunakan sekaligus. Pemberian pakan ternak dapat dilakukan secara bertahap mengambil dari tong. Selain lebih efisien waktu dan tenaga pembuatan silase sangat baik untuk proses penggemukan ternak, karena kandungan protein kasar bisa secara optimal dicerna oleh ternak. Metode pembuatan silase memiliki banyak variasi dan dapat memanfaatkan berbagai macam bahan aditif untuk pembuatannya. Metode pembuatan akan lebih tepat

jika disesuaikan dengan wilayah atau lokasi peternakan dimana diharapkan bahan aditif pembuatan silase dapat diperoleh dengan mudah.

Menurut Li *et al.*, (2015) dan Chea *et al.*, (2015) beberapa contoh bahan aditif dalam pembuatan silase antara lain adalah urea, garam, bakteri asam laktat, *water soluble carbohydrate*, enzim dan asam. Hata *et al.*, (2010) menyatakan bahwa bahan aditif yang paling sering digunakan dalam pembuatan silase adalah urea dan bakteri asam laktat karena dianggap sangat berpengaruh dalam proses fermentasi serta kualitas akhir dari silase.

3. Amoniasi

Amoniasi sangat populer dikalangan peternak dalam meningkatkan kualitas nutrisi jerami. Perlakuan amoniasi bertujuan untuk mengetahui pengaruh peningkatan jumlah amonia terhadap perubahan dan kelarutan air pada jerami. Amoniasi bersifat alkalis dan dapat melarutkan hemiselulosa, lignin dan silika, saponifikasi asam uronat dan ester asam asetat, menetralisasi asam nitrat bebas serta mengurangi kandungan lignin dinding sel. Turunnya kristalinitas selulosa akan memudahkan penetrasi enzim selulosa mikrobial rumen, dan amoniasi juga dapat melarutkan sebagian silika yang banyak terkandung dalam limbah pertanian seperti jerami padi maupun jerami jagung (Van Soest, 2006). Amoniasi mempunyai kemampuan untuk berfiksasi 30–60% ke dalam bahan, sehingga kandungan protein kasar bahan pakan meningkat.

Penelitian di Jerman pada jerami gandum untuk mengetahui peningkatan jumlah amonia pada jerami diperoleh hasil bahwa penambahan amonia pada jerami dapat meningkatkan intensitas warna jerami, kelarutan air dan temperatur. Pengetahuan ini terus berkembang hingga muncul penelitian-penelitian yang menggunakan amonia sebagai agen untuk mengikatkan kualitas jerami.

Sudana (1994) melaporkan bahwa jerami padi yang diberi perlakuan urea 4% dan disimpan selama 4 minggu terjadi peningkatan daya cerna dari 35% menjadi 43,6% dan kandungan nitrogen total dari 0,48% menjadi 1,55%. Hasil penelitian perlakuan kimiawi yang lain menunjukkan bahwa pemberian 20 g /kg urea + 20 g /kg kalsium hidroksida dalam jerami padi mampu meningkatkan nilai gizi jerami padi seperti peningkatan asupan bahan kering, daya cerna, asam lemak volatil rumen, populasi bakteri dan jamur, retensi nitrogen dan sintesis protein mikroba (Polyorach dan Wanapat, 2015).

Penelitian jerami padi amoniasi pada domba yang dilakukan Soepranianondo *et al.* (2007) bahwa pemberian jerami padi yang diamoniasi dan difermentasi menggunakan suspensi bakteri selulolitik berbeda nyata terhadap pertambahan berat badan dan konversi pakan dan tidak berbeda nyata terhadap konsumsi bahan kering pakan. Bakteri yang digunakan dalam fermentasi tersebut adalah suspensi bakteri *Acetobacter liquefaciens* dan campuran suspensi bakteri *Acidophilium facilis*, *Cellulomonas sp.*, *Acetobacter liquefaciens* dan *Acenitobacter sp.* Sedangkan hasil penelitian fermentasi jerami padi oleh Li *et al.*

(2010) menunjukkan peningkatan nilai nutrisi dengan menggunakan *Lactobacillus plantarum* dengan penambahan glukosa. Penelitian yang dilakukan Zhao *et al.*, (2014) yang menggunakan kombinasi bakteri *Clostridium sp.*, *Bacillus sp.* dan *Geobacillus sp.* yang digunakan pada proses fermentasi selama 9 hari mampu mengurai kandungan lignoselulose dalam jerami padi.

Tabel 3.3

Waktu Pembuatan Silase Jerami Jagung dan Pengaruhnya terhadap Peningkatan Protein Kasar

Penulis	Waktu Pembuatan Silase	Bahan	Protein Kasar
Bostami <i>et al.</i> , 2008	135 hari	6% Molases	6,25% meningkat menjadi 12,99%
Elkholy <i>et al.</i> , 2009	60 hari	4% Urea + 3% molases	5,004% meningkat menjadi 9,28%
Elkholy <i>et al.</i> , 2009	60 hari	2% yeast + 3% molases	5,004% meningkat menjadi 8,75%
Islamiyati <i>et al.</i> , 2013	14 hari	Trichoderma sp	6,91% meningkat menjadi 8,73%
Elias and Fulpagare, 2015	45 hari	0,8% urea	4,31% meningkat menjadi 9,98%
Chea <i>et al.</i> , 2015	75 hari	3% garam + 3% gula kelapa sawit dan 10% dedak padi	6,41% meningkat menjadi 9,87%
Ayuni <i>et al.</i> , 2017	21 hari	10% Glyricidia sepium + 10% <i>corn yellow meal</i>	11,26% meningkat menjadi 15,22%
Saeed, 2017	60 hari	1% urea	4,17% meningkat menjadi 4,42%
Ahmad <i>et al.</i> , 2018	30 hari	8% molases	5,4% meningkat menjadi 6,50%

Ahmad <i>et al.</i> , 2018	30 hari	6% molases + 0,6% urea	5,4% meningkat menjadi 9,01%
Kurniawan <i>et al.</i> , 2019	21 hari	<i>water-soluble carbohydrate</i>	8,30% meningkat menjadi 8,47%
Zhou <i>et al.</i> , 2019	90 hari	<i>Saccharomyces Cerevisiae</i> dan <i>Lactobacillus Plantarum</i>	6,7% meningkat menjadi 8,4%

Amoniasi dengan menggunakan urea sampai saat ini merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk pembuatan silase jagung dalam peningkatan nilai nutrisi jerami jagung. Metode ini juga mudah diakses dengan harga terjangkau oleh peternak. Seperti penelitian Abera *et al.*, (2018) pada domba *Hararghe Highland* bahwa nilai nutrisi silase jerami jagung meningkat dengan perlakuan urea dan molasses yang ditambah dengan pollard sehingga meningkatkan performans domba.

a. Sifat-sifat Kimia dari Amonia

Dalam tekanan dan temperatur normal amonia (NH_3) berbentuk gas yang tidak berwarna tetapi memiliki bau yang menyengat. Bentuk gas tersebut sangat mudah menjadi cair di bawah tekanan dan mudah dilarutkan dalam air. Pada temperatur 20°C tekanan uap NH_3 adalah 8,3 atm dan gravitasinya pada 0°C adalah 0,63. Titik didih NH adalah $-77,7^\circ\text{C}$. Amonia tersedia secara normal dengan derajat kemurnian 99,8% NH_3 .

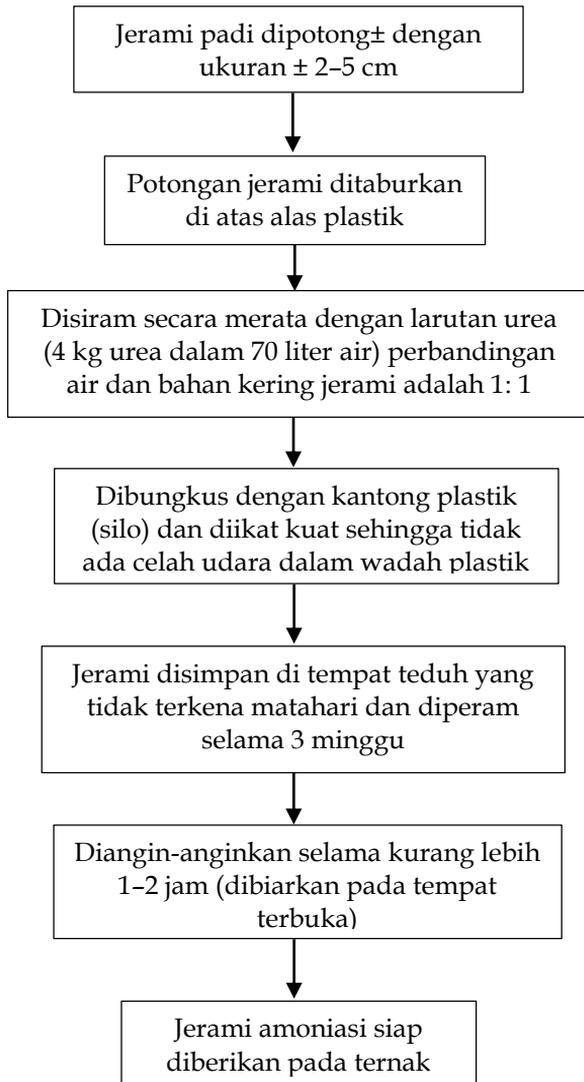
Penggunaan amonia lebih banyak untuk industri pupuk. Urea adalah bentuk kristal dari amonia dan karbondioksida ($\text{CO}(\text{NH}_3)_2$) yang mudah dilarutkan dalam air dan dapat secara langsung digunakan sebagai pupuk yang

mengandung Non Protein Nitrogen (=NPN) sebesar 46,6%. Urea merupakan bahan yang paling praktis untuk menghasilkan amonia dalam perlakuan jerami, karena enzim urease yang terdapat pada jerami (bahan tanaman yang lain) dapat memecah urea menghasilkan NH_3 , amonia, dan CO_2 .

b. Faktor-faktor yang Memengaruhi Konsentrasi Amonia pada Jerami

Menurut Ranjhan (1980), faktor yang memengaruhi konsentrasi amonia adalah kadar protein pakan, kelarutan protein, sumber dan proporsi karbohidrat terlarut.

Metode proses pengolahan jerami amoniasi:



Gambar 3.1 Teknik Pembuatan Jerami Padi Amoniasi (100 kg jerami padi)

- 1) Bahan-bahan dan alat:
 - a) Ember
 - b) Tong plastik besar/drum/plastik besar
 - c) Garuk/skop,
 - d) Jerami 100 kg,
 - e) Pupuk urea 4-6 kg
 - f) Air \pm 100 kg
- 2) Cara pembuatan:
 - a) Jerami yang telah disiapkan dipotong-potong dengan mesin penggiling terlebih dahulu. (langkah ini bisa dilakukan jika anda memiliki mesin) atau dengan alat seadanya.
 - b) Masukkan jerami pada tong plastik/drum/plastik besar, padatkan dengan diinjak-injak sampai ketinggian 20 cm cara memadatkan bertahap supaya tidak ada rongga udara pada sela sela jerami.
 - c) Lakukan penyiraman hingga jerami basah.
 - d) Taburi urea di atas tumpukan jerami yang sudah basah
 - e) Masukkan jerami kembali dan dipadatkan setinggi 20 cm, siram dengan air dan ditaburi urea kembali
 - f) Lakukan proses yang sama hingga tong plastik terisi penuh.
 - g) Langkah selanjutnya diamkan hingga 2 minggu, setelah itu bongkar untuk diangin-anginkan dan bisa diberikan langsung untuk pakan ternak.

- 3) Beberapa kriteria jerami padi yang akan diamoniiasi yaitu:
- a) Jerami harus dalam kondisi kering, tidak terendam air sawah atau air hujan, dalam keadaan baik.
 - b) Dosis urea yang dilakukan ke dalam jerami sebanyak 3–5% dari berat kering. Dengan kata lain, setiap 100 kg jerami padi membutuhkan urea 3–5 kg. (Komar, 1984). Jika dosis kurang dari 3% tidak ada pengaruhnya terhadap daya cerna maupun peningkatan kandungan protein kasar, bila lebih dari 5% ammonia akan terbuang karena tidak mampu diserap oleh jerami dan lepas ke udara bebas, kerugiannya akan terjadi pemborosan secara ekonomis.
 - c) Jerami yang telah ditaburi urea harus segera dikeringkan dengan rapat.
 - d) Bahan pembungkus yang digunakan biasanya berupa plastik yang cukup memadai. Pembungkus ini sangat penting dilakukan agar tercipta kondisi hampa udara (anaerob).
 - e) Jerami yang telah terbungkus harus disimpan di tempat yang teduh dan terhindar dari air hujan.
 - f) Untuk mengoptimalkan penggunaan gas amoniak oleh jerami, maka di atas plastik pembungkus sebaiknya diberi beban agar ada tekanan ke bawah.

- g) Selama satu bulan, jerami yang terbungkus dapat dibuka dari kemasan. Jerami amonia yang baik ditandai dengan bau amoniak yang menyengat. Oleh sebab itu jerami amoniasi tersebut harus dibiarkan terbuka agar bau amoniak berkurang. Jerami amoniasi harus disimpan di ruang penyimpanan beratap dengan ventilasi yang memadai.

Tabel 3.4

Komposisi Kimia Amoniasi Urea Jerami Padi

Kandungan	Jerami Padi Tanpa Amoniasi	Jerami Padi Teramoniasi
Protein Kasar (%)	3,45	6,66
Lemak (%)	1,20	1,21
Serat Kasar (%)	33,02	35,19
BETN	37,27	31,76
Abu	25,06	25,18
Kandungan Dinding Sel (NDF) (%)	79,80	75,09
Energi Bruto (GE) (Kcal/kg)	3535,48	3927,36

Sumber: Chuzaemi, S. Dan Soejono, M. (1987) dalam Rahadi (2008)

Tabel 3.5

Kecernaan Nutrisi Jerami Padi

Kecernaan	Jerami Padi Tanpa Amoniasi	Jerami Padi Teramoniasi
Bahan Kering (%)	40,65	50,09
Bahan Organik (%)	50,57	60,51
Dinding Sel/NDF (%)	46,51	60,51
Nutrien tercerna Total/TDN (%)	38,59	45,37
Energi Tercerna/DE (Kcal/kg)	1,45	1,99

Sumber: Chuzaemi, S. Dan Soejono, M. (1987) dalam Rahadi (2008)

c. Manfaat dengan Metode Amoniasi Jerami

Metode ini terbilang cukup efektif untuk meningkatkan kualitas pakan ternak. Prinsipnya amoniasi jerami yaitu perlunakan jerami dengan menambahkan nitrogen (amoniak) secukupnya. Sebelum digunakan sebagai pakan ternak. Amoniak dapat bekerja meningkatkan bakteri pencernaan dan membantu proses penguraian makanan pada perut ternak. Bertambahnya jumlah bakteri pengurai maka otomatis kandungan serat kasar dan protein dalam jerami dapat dicerna oleh ternak.

Manfaat yang dapat diperoleh dengan metode amoniasi jerami adalah:

- 1) Dapat meningkatkan kandungan protein kasar jerami naik menjadi 200-300%.
- 2) Menaikkan sebesar 60 -62% daya cerna jerami pada ternak.
- 3) Meningkatkan sebesar 31-43% konsumsi pakan ternak.
- 4) Menambah persediaan bahan pakan terutama pada musim kemarau dan peluang untuk meningkatkan populasi ternak. Dengan memanfaatkan jerami sebagai bahan pakan ternak berarti ketersediaan pakan bertambah, sehingga akan membuka peluang peternak untuk meningkatkan jumlah ternaknya tanpa terkendala pakan.
- 5) Dapat mencegah kekurangan pakan khususnya pada musim kemarau, sehingga ternak tidak kekurangan pakan.

- 6) Meningkatkan produktivitas ternak, dengan amoniasi jerami, daya cerna meningkat sehingga pertumbuhan ternak akan lebih baik.
- 7) Mengurangi pencemaran lingkungan. Penanganan jerami yang tidak baik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Sebagai contoh jerami padi yang dibakar di sawah.

Pemanfaatan teknologi amoniasi pada limbah jerami padi dapat meningkatkan kualitas jerami padi tersebut, dapat dilihat dari nilai hayati jerami padi (Komar, 1984), misalnya; daya cerna jerami padi secara invitronya meningkat dari 37% menjadi 73% suatu peningkatan sebesar 36 satuan persen atau dua kali lipat. Secara *invivo* meningkat antara 10-15%, sedangkan daya cerna protein kasar cukup tinggi 25-45%, sedang yang tanpa diolah daya cernanya nol. Peningkatan jumlah konsumsi pakan berkisar antara 30- 40% dibandingkan tanpa diolah.

Peningkatan kandungan protein kasar berkisar antara 1,5-9%. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Widyawati (2005), dengan teknik amoniasi pertambahan bobot badan sapi Bali 531,75 gr/ekor/hari lebih tinggi dibandingkan dengan teknologi fermentasi *starbio* sekitar 460,25 gr/ekor/hari dan teknologi fermentasi dengan *trichoderma viridae* dengan pertambahan bobot kadar 456,35 gr/ekor/hari. Teknik amoniasi 18 adalah yang paling sederhana, bahan baku urea tersedia dimana-mana sampai ke pedesaan,

limbah jerami padi sebagai bahan baku tersebar dimana-mana.

4. Fermentasi

Penggunaan bakteri, jamur dan enzim pada perlakuan biologis ditujukan untuk mendegradasi bahan pakan yang mengandung selulosa yang bertujuan untuk meningkatkan nilai nutrisinya dan dapat dimanfaatkan sebagai pakan atau menghasilkan bahan yang bisa digunakan untuk fermentasi selulosa menjadi protein (Soenarjo *et al.*, 1991). Bakteri dan jamur yang digunakan dalam mendegradasi selulosa dari jerami padi mengacu pada kemampuan mikroorganisme yang terdapat dalam rumen. Dijkstra dan Tamminga (1995) menyatakan, dinding sel tanaman dapat didegradasi oleh kombinasi jamur, bakteri dan protozoa. Kontribusi jamur dan bakteri dalam mendegradasi sekitar 80%, sedangkan kontribusi protozoa sekitar 20%. Pengolahan jerami padi dengan menggunakan metode biologis pada skala peternakan kecil dan menengah memiliki potensi lebih besar untuk dikembangkan secara luas jika dibandingkan dengan menggunakan bahan kimia yang biayanya sangat mahal. Sehingga petani lebih memilih metode perlakuan biologis dalam meningkatkan pencernaan jerami padi yakni dengan menggunakan jamur atau enzim sebab metode ini merupakan alternatif yang menjanjikan. Metode perlakuan biologis biaya sangat murah, kebutuhan energi yang rendah dan hanya sedikit memengaruhi pencemaran lingkungan sehingga pencemaran dapat diminimalisir (Saratale *et al.*, 2008). Untuk kepentingan industri pakan ternak saat ini telah

tersedia produk komersial enzim yang berasal dari *Trichoderma longibrachiatum*, *Aspergillus niger* dan *Aspergillus oryzae* (Rodrigues *et al.*, 2008).

Untuk meningkatkan nilai nutrisi jerami telah banyak dilakukan penelitian menggunakan metode kombinasi mekanik/fisik, kimia, dan biologis. Penelitian Yanuarianto *et al.* (2015) pada jerami padi menunjukkan bahwa terjadi penurunan secara nyata kandungan serat kasar dan komponen serat seperti NDF, ADF, hemiselulosa, selulosa dan lignin dari jerami padi yang difermentasi dengan kombinasi *Bacillus sp.*, CaCO₃ dan air kelapa. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian Amin *et al.* (2015) bahwa jerami padi yang diberi perlakuan biologis dengan fermentasi serta perlakuan kimia dengan amonia mampu menurunkan nilai NDF, ADF, selulosa dan lignin jerami padi. Penelitian pada domba dengan menggunakan perlakuan kombinasi pencacahan dengan fermentasi menggunakan jamur *Coprinus comatus* mampu meningkatkan nilai nutrisi jerami padi (Mustabi *et al.*, 2013).

Secara alami selulosa tidak mudah diurai oleh mikroba (Helal, 2005) karena pada dasarnya, kandungan selulosa dalam jerami tidaklah murni akan tetapi selalu terkait dengan lignin, hemiselulosa dan silika. Perlakuan dengan metode mekanik/fisik atau kimia dan/atau metode biologis memiliki kemampuan sebatas merubah struktur lignoselulosa atau kompleks lignin-hemiselulosa selulosa (LHC). Metode tersebut pada umumnya digunakan untuk memfasilitasi pertumbuhan jamur yang memiliki kemampuan aktivitas selulolitik tinggi (Helal,

2005).pada prinsipnya proses pembuatan pakan fermentasi sama dengan membuat tape, yang menggunakan ragi atau rumen supaya bisa dicerna oleh ternak.

a. Cara pembuatan fermentasi jerami

Bahan dan Alat:

- a. Ember
- b. Gudang penyimpanan (lantai tanah)
- c. Jerami 500 kg
- d. Air
- e. Starbio Rami Pluss 1 kg

b. Cara Pembuatan

- 1) Siapkan jerami kemudian tebar ke tempat yang telah disediakan (usahakan lantai tanah).
- 2) Tumpuk jerami dan kemudian dipadatkan dengan diinjak-injak, sampai ketinggian 20 cm.
- 3) Lakukan penyiraman hingga jerami basah
- 4) Taburi starbio di atas tumpukan jerami padi yang sudah basah hingga merata jika anda menggunakan remi pluss campur air sesuai takaran terlebih dahulu baru disiramkan ke atas tumpukan jerami.
- 5) Lakukan proses yang sama hingga seluruh jerami habis.
- 6) Tutup tumpukan jerami dengan plastik atau terpal
- 7) Langkah selanjutnya diamkan hingga 2-3 minggu
- 8) Angin-anginkan dahulu dan bisa diberikan langsung pada ternak.

Untuk pakan ternak ruminansia sebelum diberikan ke ternak bisa dicampurkan dengan konsentrat terlebih dahulu, supaya kandungan gizi semakin meningkat. Keuntungan menggunakan metode ini adalah selain dapat dicerna dengan baik, pakan ternak jerami fermentasi memiliki daya tahan cukup, sehingga kita bisa menggunakannya sewaktu-waktu dan tidak kerepotan harus mencari pakan ternak.

Bab 4

Potensi Jerami untuk Bahan Pakan Ternak Unggas

Sebagian besar jerami sisa hasil pertanian yang diproduksi tidak dapat dimanfaatkan langsung oleh ternak unggas, karena jerami sisa pertanian pada umumnya mengandung bahan serat yang tinggi, sehingga tidak dapat dicerna oleh ternak unggas. Selain itu kualitas nutrisinya sangat rendah. Menurut Anom (2002) limbah jagung mudah dipakai sebagai pakan ternak meski belum dimanfaatkan secara penuh. Penggunaan limbah jagung banyak membutuhkan teknologi baru seperti pengolahan jerami, tempat penyimpanan seperti silo dan perlunya pendidikan peternak dalam mengelola teknologi pengolahan limbah.

Potensi limbah jagung berupa jerami jagung yang terdiri dari daun dan batang, setelah panen termasuk daun dan bongkol dapat dijadikan pakan ternak. Potensi jerami jagung berdasarkan luas panen dapat dihitung. Produksi jerami per unit luasan sangat berkorelasi dengan produksi pertaniannya (hasil panen). Oleh karena itu, semakin tinggi produksi hasil panen (biji) semakin tinggi pula jerami sisa pertanian yang dihasilkan.

Angka konversi yang menunjukkan besarnya jerami sisa hasil pertanian dapat dilihat pada tabel 4.1. Angka tersebut memperlihatkan proporsi banyaknya jerami yang

dihasilkan dari setiap unit produksi atau luasan lahan yang menghasilkan komoditi pertanian.

Kandungan mineral dari jerami cukup lengkap seperti Phosphor (P), Potassium (K), Zink (Zn), Sulphur (S), Silicon (Si), Magnesium (Mg), Calcium (C), Iron (Fe), Manganese (Mn), Cuprum (Cu) dan Boron (B) (Ismail *et al.*, 2013). Namun menurut White and Hembry (1985), jerami memiliki kadar abu yang tinggi, kandungan Ca dan P rendah dengan komponen utama silika. Sementara menurut Shen *et al.* (1998) bahwa kandungan mineral pada jerami tergantung pada musim panen, sedangkan awal musim panen kandungan K dan Mg yang paling tinggi (2,21% dan 0,91% dari bahan kering). Sedangkan menurut Little (1986), kandungan mineral jerami padi di Indonesia yaitu Ca 1.5 mg/kg bahan kering dan S 1.2, mg/kg bahan kering. Meskipun kandungan mineral pada jerami padi cukup lengkap akan tetapi relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan mineral pada hijauan maupun leguminosa. Dengan kemajuan teknologi ada beberapa jenis jerami yang bisa dimanfaatkan untuk makanan ternak.yang kandungan nutrisi beberapa bahan pakan dari limbah jerami tersebut ditunjukkan dalam tabel 4.1

Tabel 4.1

Potensi Beberapa Jerami Limbah Pertanian, Produksi, Jumlah Terkonsumsi sebagai Makanan Ternak

Jenis Jerami	Produksi (ton)	Terkonsumsi (kg BK)		
		Jumlah	TDN	Protein
Padi	2,5	230	96	1,4
Jagung	10	80	37	1,6
Singkong	5	260	37	9,4
Ubi Jalar	15	1200	137	24,0
Kedelai	3	1100	425	12,0
Kacang tanah	4	1450	576	68,0

Sumber: Neil dan Rollison (1976)

Menurut Jasmal (2007) potensi dan daya dukung limbah pertanian di Indonesia sebagai pakan ternak ruminansia adalah 51.546.297,3 ton bahan kering. Jerami padi merupakan produksi limbah pertanian terbesar yakni (85,81%), diikuti oleh jerami jagung (5,84%), jerami kacang tanah (2,84%), jerami kedelai (2,54%) pucuk ubi kayu (2,29%) dan jerami ubi jalar (0,86%).

Limbah sisa hasil pertanian yang selama ini digunakan sebagai bahan pakan ruminansia, dengan sentuhan teknologi substrat dapat dijadikan sebagai sumber bahan pakan unggas. Teknologi ini meliputi jenis substrat yang digunakan, tahapan proses, dan perlakuan atau kondisi yang dibutuhkan selama fermentasi, mikroorganisme penghasil enzim yang sesuai untuk fermentasi substrat tertentu. Teknologi fermentasi ini tujuannya untuk meningkatkan nilai nutrisi dan terutama untuk menurunkan kandungan serat yang tinggi pada substrat.

Tabel 4.2
Kandungan Nutrisi Beberapa Bahan Pakan dari Limbah Jerami (%)

No	Jenis Limbah	BK	PK	LK	SK	TDN
1.	Jerami Jagung	21,68	9,66	2,21	26,30	60,23
2.	Jerami Padi	31,86	5,21	1,16	16,78	51,50
3.	Jerami Kacang Kedelai	30,38	14,09	3,54	20,96	61,59
4.	Jerami Kacang Tanah	29,06	11,31	3,31	16,61	64,50
5.	Jerami Kacang Hijau	21,93	15,39	3,59	26,39	55,52
6.	Jerami Kacang Panjang	28,39	6,94	3,33	33,49	55,28
7.	Jerami Komak	16,20	24,71	3,84	21,03	63,29
8.	Jerami sorgum	24,51	14,20	4,20	30,30	43,60
9.	Jerami Ketela Pojon	17,41	3,98	1,59	33,24	11,35
10.	Jerami Ketela Rambat	15,21	3,90	1,40	21,51	4,30

Sumber: Limbah hijau multifarum

Pakan yang memiliki kandungan serat yang tinggi dan berkualitas rendah menjadi faktor pembatas pertumbuhan mikroba dalam rumen karena kebanyakan mengandung mineral yang sangat rendah seperti P dan S (Preston dan Leng, 1987; Komisarczuk dan Durand, 1991). Karakteristik limbah jerami ditandai dengan rendahnya kandungan nitrogen dan mineral esensial, sedangkan kadar serat kasarnya tinggi dan kandungan air tinggi pada saat panen. Dengan tingginya kandungan serat kasar, sehingga kecernaannya rendah hanya mencapai 37%, sedangkan kandungan protein kasar bervariasi.

Limbah jagung menurut Anon (2002), mudah digunakan sebagai pakan ternak meskipun belum dimanfaatkan secara penuh. Penggunaan lebih lanjut akan banyak membutuhkan teknologi baru seperti pengolahan dan pengawetan limbah, tempat penyimpanan seperti silo dan perlunya pendidikan peternak dalam mengelola teknologi pengolahan limbah.

Berdasarkan jenisnya, terdapat tujuh kelompok limbah pertanian yang potensial sebagai sumber makanan ternak unggas, kedua kelompok tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Serealia (*Cereals*)/Biji-Bijian

Kelompok limbah pertanian ini memiliki porsi pada kulit biji dan sebagainya. Tanaman ini merupakan golongan limbah pertanian yang ketersediannya cukup banyak pada musim panen seperti padi, jagung dan sorgum. Limbah ini memiliki kandungan serat yang tinggi, tetapi kandungan proteinnya sangat rendah yaitu berkisar antara 3,0–6,5% dalam bahan keringnya. Palatabilitas limbah pertanian dari kelompok serealia ini umumnya sangat rendah.

2. Akar dan Umbi
Yang termasuk limbah berserat dari limbah pertanian ini adalah kulit umbi. Limbah pertanian ini mempunyai kandungan protein yang tinggi sekitar 13-15% dari bahan keringnya dan kandungan energinya juga cukup tinggi. Palatabilitasnya cukup tinggi dan merupakan komponen pakan yang baik.
3. Pulses (Tanaman Penghasil Serat)
Yang termasuk limbah dari kelompok ini adalah seluruh bagian tanaman yang dipanen kecuali biji. Kandungan protein dari limbah pulses agak tinggi yaitu berkisar antara 10 -13% dari bahan kering. Kandungan energinya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan sereal dan tebu. Palatabilitasnya cukup memuaskan.
4. Kacang-Kacangan
Limbah pertanian yang tergolong berserat dalam kelompok ini terutama adalah kulit luar dan kulit dalam, daun dan batang serta ranting-ranting. Kulit sangat rendah kandungan protein dan energinya. Limbah kacang tanah berupa daun dan batang mengandung energi dan protein yang cukup memadai untuk ternak. Palatabilitas kulit sangat rendah, sedangkan palatabilitas daun dan batang sangat memuaskan.
5. Tanaman Penghasil Minyak
Sebagian besar limbah berserat dari tanaman pertanian yang menghasilkan minyak seperti limbah kelapa sawit, bunga matahari, dan lain-lain. Kandungan limbahnya sangat rendah yaitu sekitar 5% dari bahan kering, sedangkan kandungan energinya relatif sama dibandingkan limbah sereal.

6. Sayuran

Sebagian besar dari limbah yang termasuk kelompok sayuran seperti batang, daun dan kulit mengandung protein dan energi cukup tinggi, yaitu berturut-turut 15% kandungan protein dan 9,2 MJ energi metabolisme per kilogram bahan kering untuk energi. Kelompok limbah sayuran sangat palatable dan tinggi nilai kegunaannya, akan tetapi pada umumnya memiliki kadar air yang tinggi, sehingga merupakan masalah transportasi.

7. Buah-buahan

Limbah pertanian dari kelompok buah-buahan yang mengandung serat kasar tinggi adalah daun, batang dan kulit. Beberapa bagian saat panen tertinggal di lapang tetapi sisanya terbawa saat pengangkutan ke pasar. Kandungan protein limbah buah sangat rendah yaitu berkisar antara 4-8% dalam bahan kering, tetapi kandungan energinya sangat tinggi yaitu 8,4-10,9 MJ energi metabolisme per kilogram bahan kering. Limbah dari kelompok buah-buahan ini sangat palatable.

A. Potensi Jerami Jagung sebagai Bahan Pakan Alternatif Ternak Unggas

Jerami jagung telah banyak digunakan untuk makanan ternak meskipun karena alasan tertentu terdapat beberapa bagian yang terbuang. Hal yang membatasi penggunaannya untuk ternak adalah karena pencernaan dan palatabilitasnya rendah, serta seringkali daerah yang menghasilkan jerami lokasinya jauh dari daerah ternak.

Menurut sejarahnya, tanaman jagung berasal dari Amerika (BIPU, 1985). Pada waktu orang-orang Eropa datang ke Amerika dan melihat orang-orang Indian menanam jagung, banyak yang kagum karena ada sejenis rumput-rumputan yang buahnya cukup besar. Karena kekagumannya orang-orang Eropa tersebut banyak yang membawa benih jagung pulang ke daerah asalnya. Melalui Eropa, tanaman jagung terus menyebar ke Asia dan Afrika. Penyebaran jagung tersebut pada umumnya dilakukan dalam kegiatan dagang (BPTP, 2008). Warisno (1998) menyatakan bahwa sekitar abad ke-16 tanaman jagung dibawa oleh orang-orang Portugis ke Pakistan, Tiongkok (Cina) dan daerah lain di Asia termasuk Indonesia. Sekarang tanaman jagung sudah menyebar ke mana-mana dan hampir di seluruh dunia orang sudah mengenal tanaman jagung. Daerah-daerah penghasil utama tanaman jagung di Indonesia adalah Jawa Timur, Jawa Barat, Jawa Tengah, Madura, Daerah Istimewa Yogyakarta, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan dan Maluku. Daerah yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap perkembangan tanaman jagung adalah daerah yang mempunyai pabrik makanan ternak, misalnya Jawa Timur. Jagung yang dihasilkan dari daerah tersebut hampir seluruhnya dapat diserap untuk bahan baku pembuatan pakan ternak unggas. Produk jagung maupun batangnya biasa digunakan untuk makanan ternak, sedangkan kotoran ternak dapat dimanfaatkan untuk pupuk kandang tanaman jagung (Warisno, 1998).

Jagung yang merupakan komoditas penghasil bahan pangan maupun pakan karena jagung dibebepa daerah berfungsi sebagai pengganti padi. Seperti di Kabupaten

Gorontalo dan komoditas tersebut telah menjadi sumber bahan makanan utama bagi masyarakat Gorontalo khususnya di pedesaan. Akan tetapi juga banyak dibutuhkan sebagai penyusun pakan ternak terutama pakan unggas. Limbah yang dihasilkan dari tanaman jagung dan dari industri yang berbasis jagung, sangat potensial sebagai pakan ternak. Limbah yang dihasilkan tanaman jagung diantaranya adalah jerami, klobot dan tongkol jagung yang biasanya tidak dipergunakan lagi ataupun nilai ekonominya sangat rendah.

Kegunaan tanaman jagung hampir seluruhnya dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan. Tangendjaja dan Wina (2006) menyatakan bagian batang dan daun tanaman jagung setelah panen dapat digunakan untuk pupuk, industri kertas dan kayu bakar. Seringkali limbah yang tidak tertangani akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Pada dasarnya limbah tidak memiliki nilai ekonomis, bahkan mungkin bernilai negatif karena memerlukan biaya penanganan (Tangendjaja dan Wina, 2006). Menurut Samples dan Mcutchen (2000) dalam Furqaanida (2004) bahwa sekitar 50% limbah yang ditinggalkan setelah panen dari berat total tanaman jagung. Hasil samping jagung ini terdiri dari batang sekitar 50%, daun 22%, tongkol (janggal) 15% dan kulit buah (klobot jagung) sekitar 13% (Hettenhaus, 2002).

Jerami jagung dalam pemanfaatannya dapat digunakan sebagai makanan ternak ruminansia seperti sapi, kerbau, kambing dan domba (Jamarun, 1991). Jerami jagung masih dapat dicerna oleh ternak meskipun mempunyai kadar serat kasar yang tinggi yakni sampai 30,50%. Ternak sapi menyukai jerami jagung yang berumur 80-90 hari (Jamarun, 1991). Penelitian yang

dilakukan oleh Wardhani dan Musofie (1990) bahwa jerami jagung yang diamoniasi dengan jumlah urea yang sama yaitu 6% bahan kering, diperoleh kandungan protein kasar 15,39% dan 18,03%. Perbedaan tersebut diduga disebabkan oleh adanya perbedaan umur dan varietas tanaman serta asal jerami diperoleh. Penggunaan jerami jagung harus diimbangi dengan pemberian konsentrat, sehingga kebutuhan ternak dapat terpenuhi. Untuk meningkatkan kualitas jerami sebagai pakan ternak sapi dapat dilakukan dengan teknologi sederhana, murah, mudah didapatkan oleh petani dan ramah lingkungan (BPTP, 2008).

Produksi jagung di Indonesia menempati urutan ke empat terbesar di dunia. jerami yang merupakan limbah hasil pemanenan jagung memiliki proporsi 40–45%, sehingga jumlah limbah tersebut adalah sebanyak 752,6 – 846,7 ton/hari. Jerami jagung cukup potensial untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak unggas. Kandungan zat nutrisi yang terdapat pada jerami jagung seperti; protein kasar sebesar 10,4%, serat kasar sebesar 17,2% dan energi metabolis 14,34 MJ/kg (Zainuddin dan Murtisari, 1995). Jerami jagung menurut Simanihuruk dan Sirait (2010) adalah salah satu limbah dari sisa hasil tanaman jagung yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif. Jerami jagung sebelum fermentasi mengandung protein kasar sebesar 6,67%, lemak 1,04%, kalsium 0,21% dan fosfor 0,03% (Londra *et al.* 2009), sedangkan menurut Guntoro dan Yasa, (2005) mengandung protein kasar sebesar 8,80%, lemak 1,07%, kalsium 0,23% dan fosfor 0,02%.

Potensi dari limbah jagung berupa jerami jagung yang terdiri dari daun dan batang, setelah panen termasuk daun dan bongkol dapat merupakan pakan ternak ruminansia. Seluruh tanaman dapat diberikan kepada ternak manakala jagung tidak bisa dipanen, misalnya karena kemarau panjang. Di samping itu sisa tanaman jagung setelah dipanen dapat pula dijadikan padang penggembalaan. Potensi limbah jagung berupa jerami berdasarkan luas panen dapat dihitung. Apabila produksi jerami jagung dikonversi dalam bahan kering (BK) 2,09 ton/ha dan temak sapi mengkonsumsi bahan kering 3% dari berat badan dengan asumsi berat badan sapi rata-rata 400 kg, maka jumlah ternak sapi yang dapat dihitung pada sentra-sentra jagung berdasarkan ketersediaan jeraminya.

Jerami jagung sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pakan alternatif ternak unggas, hal ini dikarenakan jerami jagung mengandung senyawa organik dan senyawa anorganik. Komposisi senyawa organik dalam jerami jagung terdiri dari protein, lemak, serat, pentose, selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Sedangkan komposisi senyawa anorganik biasanya terdapat dalam abunya.

Masalah utama jerami jagung sebagai bahan pakan ternak yaitu nilai nutrisinya rendah, ditandai oleh kandungan serat kasar dan tingkat lignifikasi tinggi, sedangkan kandungan protein dan energi rendah. Sumber pakan dengan kualitas yang rendah tidak mampu menunjang produksi yang optimal bahkan mungkin hanya bisa memenuhi kebutuhan hidup pokok ternak atau menghasilkan produksi yang rendah jika digunakan sebagai satu-satunya sumber pakan tanpa suplemen. Kandungan nutrisi dari hasil industri tanaman jagung dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3
Komposisi Kimia Jerami Jagung

Kandungan Zat	Kadar Zat (%)				
	a	b	c	d	e
Bahan Kering (%)	50,00	-	80	-	86,00
Protein Kasar (%)	4,60	5,00	9	6,38	6,00
TDN (%)	-	49,10	67	53,12	-
Serat Kasar (%)	39,69	30,50	25	30,19	29,10
Lemak Kasar (%)	0,80	1,06	2,4	2,81	1,50
Abu (%) 11,46	-	7	8,84	7,60	-
BETN (%)	43,46	-	-	51,69	41,80
Ca (%)	0,37	-	0,50	-	-
P (%)	0,08	-	0,25	-	-
ADF (%)	-	-	29	-	-
NDF (%)	-	-	48	-	-
EM (Kkal/kg)	-	-	-	-	1.570

Sumber:

1. BPTP Bogor dalam Marlina dan Askar (2004)
2. Lab Nutrisi dan Makanan Ternak Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian USU (2001)
3. Preston (2006)
4. Hidayat (2015)
5. Ashari *et al.* 1996) dalam Prasetyo, *et al.* (2006)

Nilai pencernaan bahan kering *in vitro* yang tertinggi adalah terdapat pada kulit jagung yakni 68% sedangkan bahan yang paling sukar dicerna terdapat pada batang jagung (McCtucheon dan Samples, 2002). Rendahnya pencernaan limbah pertanian disebabkan oleh keberadaan lignin yang berfungsi sebagai penghalang proses perombakan polisakarida dinding sel oleh mikroba rumen. Hal ini menyebabkan pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan ternak hanya sebagai pakan basal saja dan tidak mampu memenuhi kecukupan nutrisi untuk produksi. (Harfiah, 2010).

Jerami jagung memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin dan abu yang merupakan kandungan terbesar jerami yang tidak dapat dicerna (Van Soest, 2006), sehingga perlu dilakukan metode pengolahan jerami untuk meningkatkan nilai nutrisi jerami jagung. Metode

ini merupakan hal yang penting dilakukan pada saat panen. Jerami jagung cukup melimpah sehingga dapat disimpan untuk digunakan pada saat ternak kekurangan bahan pakan. Jerami jagung dapat diklasifikasikan ke dalam biomassa lignoselulosa sebab lignoselulosa terdapat dalam dinding sel tanaman berserat. Jerami jagung memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi, protein kasar, fosfor, kalium dan beberapa mikromineral (Liang *et al.* (2015). Kandungan karotenoid jerami jagung adalah 70-80mg/kg meskipun dalam jumlah yang rendah (Noziere *et al.* (2006)

B. Komposisi Kimia Jerami Jagung dari Beberapa Hasil Penelitian

1. Hasil penelitian yang dilakukan oleh BPTP Sumatera Barat (2011) kandungan nutrisi jerami jagung adalah protein 5,56%, serat kasar 33,58%, lemak kasar 1,25% dan abu 7,28%.
2. Preston (2006), melaporkan jerami jagung mengandung ADF 29%, NDF 48%, protein kasar 9%, abu 7%, Ca 0,5% dan P 0,25%.
3. Hasil penelitian analisa proksimat jerami jagung oleh Amuda *et al.* (2017) menunjukkan kandungan ADF 58,5%, NDF 69,3%, PK 8,4% dan abu 7,1%.

Komposisi kimia dari bagian-bagian jerami jagung menunjukkan hasil yang bervariasi seperti bagian daun memiliki kandungan protein yang paling tinggi dan kandungan NDF dan ADF yang rendah dibandingkan dengan bagian lain seperti kulit dan batangnya (Li *et al.*, 2015). Hal ini yang menjadi kendala dalam penggunaan jerami jagung sebagai pakan ternak.

Kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin jerami jagung merupakan fraksi serat yang penggunaannya sebagai pakan ternak menjadi penghalang khususnya pada ternak unggas. Sehingga jika dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak unggas maka limbah jerami jagung harus melalui pengolahan yang ditujukan untuk memperbaiki kualitas jerami jagung dan dapat menurunkan faktor faktor pembatas tersebut diatas sehingga ternak unggas mampu memanfaatkan jerami jagung tersebut.

Kandungan zat makanan hijauan jagung muda pada bahan kering 90% yang dilaporkan Sudirman dan Imran (2007) adalah PK 11,33%, SK 28,00%, LK 0,68%, BETN 49,23%, Abu 10,76%, NDF 64,40%, ADF 32,64% dan TDN 53,00%. Tanaman jagung termasuk buah yang masih muda, batang dan daun yang masih hijau di potong-potong untuk dibuat silase (Tangendjaja dan Wina, 2006). Proporsi terbesar dari limbah jagung adalah batang jagung (*stover*) dengan kecernaan bobot kering in vitro terendah. Kulit jagung merupakan limbah dengan proporsi terkecil tetapi mempunyai kecernaan lebih tinggi dibanding limbah lainnya (tabel 4.4).

Tabel 4.4
Proporsi Limbah dari Bagian-Bagian

Limbah Jagung	Proporsi Limbah (% BK)	Kadar Air (%)	PK (%)	Kecernaan BK (%)
<i>Stover</i> (Batang)	50	70-75	3.7	51
Daun Jagung	20	20-25	7.0	58
Tongkol	20	50-55	2.8	60
Klobot Jagung	10	45-50	2.8	68

Sumber: McCutcheon dan Samples (2002); Wilson *et al.* (2004)

Anggraeny *et al.* (2006), melaporkan bahwa jumlah limbah tanaman jagung dari batang berkisar antara 55,4-62,3%, dari daun 22,6-27,4%, dan dari klobot antara 11,9-16,4%. Dalam pemberian limbah tanaman jagung hal yang pertama yang harus diperhatikan adalah kontaminasi jamur. Jamur yang paling sering ditemukan adalah jamur *Aspergillus* dan *Fusarium*. Jamur-jamur ini akan tumbuh dengan cepat pada suasana lembab dan panas apalagi jika pengeringan jerami jagung tidak dilakukan dengan baik. Mikotoksin yang sering ditemukan adalah jamur *Fusarium moniliforme*, *deoxynivalenol* dan *zearalenon* yang dihasilkan oleh *Fusarium graminearum* dan aflatoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus flavus*, *Fumonisin* (Tangendjaya *et al.*, 2008).

Bab 5

Metode Pengolahan Jerami Jagung sebagai Pakan Ternak Unggas

Jerami jagung dalam pemberiannya kepada ternak di Indonesia rata-rata diberikan secara langsung pada ternaknya terutama di Indonesia bagian Timur. Menurut Nulik *et al.* (2006) jerami jagung selain diberikan dalam bentuk segar juga dapat dikeringkan atau diolah menjadi pakan awet seperti pellet, *cubes* dan disimpan untuk cadangan pakan ternak. Sementara di Amerika, Brazil dan Argentina limbah jagung sangat melimpah sebab negara tersebut sebagai negara produsen jagung.

Jerami jagung tersedia cukup melimpah pada saat musim panen begitu selesai masa panen jagung tidak jarang jerami jagung menjadi langka. Oleh karena itu teknologi pengolahan pengawetan jerami jagung perlu dibudayakan oleh petani ternak guna tersedianya hijauan pakan ternak sepanjang tahun dan sekaligus untuk meningkatkan kualitas mutu dari bahan pakan.

Kontinuitas limbah jerami jagung harus terjamin dengan memperhatikan pengolahan limbah jagung tersebut. Sebagian besar limbah jagung tersebut diberikan kepada ternak dengan cara digembalakan langsung di areal penanaman setelah jagung dipanen, akan tetapi sebagian dari limbah tersebut sebaiknya di simpan sebagai bahan pakan cadangan dengan cara di proses atau

dikeringkan untuk dibuat *hay* atau diawetkan dalam bentuk silase.

Jerami jagung dapat diolah melalui beberapa metode pengolahan seperti yang telah diketahui adalah sebagai berikut.

A. Diolah Menjadi *Hay*

Pengolahan *Hay* sangat mudah yaitu sisa limbah setelah panen jagung kemudian dibiarkan saja di bawah sinar matahari sehingga didapatkan jerami jagung yang kering. Pembuatan *hay*, jerami jagung segar dilayukan dan dikeringkan untuk diawetkan dan disimpan dalam beberapa waktu. Pembuatan *Hay* di luar negeri menggunakan mesin pengering. Penggunaan mesin pengering ini disebabkan jika jumlah limbah setelah panen yang sangat melimpah dan waktu panen sudah mendekati musim dingin. Setelah kering *hay* dikumpulkan dan dipadatkan yang menyerupai gelondongan kemudian ditutup dengan plastik agar tidak kehujanan untuk digunakan sebagai persediaan pakan ternak selama musim dingin. Di Indonesia penyimpanan *hay* dilakukan ditempat yang kering agar tidak cepat tumbuh jamur. *Hay* akan menjadi basah jika penyimpanannya kurang baik terutama pada kondisi panas dan lembab seperti di Indonesia sehingga memudahkan tumbuhnya jamur.



Gambar 5.1 Gelondongan *Hay* Jerami Jagung

Proses pengeringan dan pelayuan *hay* akan menurunkan kandungan kadar air sampai tersisa 20% tanpa adanya kerusakan nilai gizi pakan kecuali vitamin A dan vitamin D yang cenderung turun. Jerami jagung yang baik untuk pembuatan *hay* adalah batang dan daun jerami jagung yang masih berwarna hijau.

Pembuatan *hay* dilakukan dengan dua cara yaitu model hamparan dan model *pod*. Pembuatan *hay* model hamparan, dengan cara menghamparkan jerami jagung yang sudah dipotong-potong dilapangan terbuka dibawah sinar matahari. setiap hari dilakukan pembalikan berulang-ulang sampai kering baru bisa disimpan dan dapat digunakan pada saat musim paceklik pakan ternak. Pembuatan *hay* dengan model *pod* diperlukan sedikit tambahan biaya, diperlukan rak sebagai tempat menyimpan jerami jagung yang telah dijemur selama 1-3 hari. rak tempat menyimpan jerami jagung dapat berbentuk tripod yaitu rak jerami berkaki tiga atau tetrapod (rak dengan kaki 4) pilihan rak mana yang akan dipilih tidak mengikat, pastinya rak dapat digunakan untuk menyimpan jerami jagung selama 3-6 minggu sebelum digunakan sebagai pakan ternak.

Keuntungan pembuatan *hay* adalah:

1. Teknologinya sangat sederhana dan mudah untuk diterapkan oleh petani ternak;
2. Pada saat panen jagung tersedia jerami jagung yang melimpah dan dapat disimpan, digunakan saat paceklik hijauan pakan ternak.

Sedangkan kelemahan dari pembuatan *hay* adalah:

1. Sangat tergantung dengan keberadaan sinar matahari;
2. Tidak semua jenis hijauan pakan ternak dapat dibuat *hay*;

3. Perlu tenaga kerja untuk membalikan jerami jagung dan simpan jemur pada saat proses pembuatannya.

B. Diolah Menjadi Silase

Limbah jagung yang dapat digunakan dalam pembuatan silase jerami jagung adalah seluruh tanaman jagung setelah buah dipanen dari kulit jagung dengan kandungan air sekitar 60%. Oleh sebab itu, tanaman jagung sebelum dibuat silase harus dikeringkan terlebih dahulu sekitar 2-3 hari. Setelah kering selanjutnya limbah jagung dipotong-potong menjadi potongan-potongan kecil lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik sambil dipadatkan. Kantong plastik yang digunakan harus kedap udara atau bisa juga dimasukkan dalam silo-silo yang berbentuk *bunker*. Suasana kedap udara harus 100%, jika dalam proses pembuatan silase suasana kedap udara tidak 100% maka bagian permukaan silase sering terkontaminasi dan ditumbuhi oleh bakteri yang merugikan. Contoh bakteri yang merugikan adalah bakteri *Clostridium tyrobutyricum* yang mampu merubah asam laktat menjadi asam butirat (Diehuis dan Giffel, 2005).

Proses pembuatan silase membutuhkan bakteri selama pemeraman. Untuk pertumbuhan bakteri menggunakan karbohidrat terlarut yang diperoleh dari seluruh tanaman jagung termasuk buahnya yang digunakan dalam pembuatan silase. Karbohidrat terlarut tidak mencukupi untuk pertumbuhan bakteri apabila hanya menggunakan kulit jagung sebagai substrat sehingga sebagai sumber karbohidrat terlarut perlu ditambahkan molasses. Selain itu juga untuk mempercepat proses terjadinya silase dapat ditambahkan bakteri atau campurannya (sebagai *starter*). *Starter* yang digunakan

dalam pembuatan silase adalah bakteri penghasil asam laktat seperti *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus buchneri*, *Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, yang dapat mempercepat penurunan pH dari silase. Waktu yang digunakan dalam proses pembuatan silase \pm 3 minggu apabila tidak menggunakan *starter*. Produk silase jerami jagung dikatakan baik apabila bau silase yang dihasilkan berbau agak asam, pH silase rendah sekitar 4, berwarna cokelat muda. Silase yang dihasilkan akan berbau sedikit harum jika ditambahkan molasses sehingga cukup palatable bagi ternak.

Proses pembuatan silase dilakukan dengan cara jerami jagung dipotong-potong dan dimasukkan kedalam tempat/ruangan yang kedap udara dan dipadatkan untuk disimpan dalam wadah tertentu. Menghasilkan silase yang berkualitas baik perlu diperhatikan benar temperatur pembuatan silase berkisar 27-35°. Silase yang di hasilkan adalah:

1. Mempunyai tekstur segar;
2. Berwarna kehijau-hijauan;
3. Tidak berbau busuk;
4. Tidak berjamur;
5. Tidak menggumpal dan disukai ternak.

Prinsip utama pembuatan silase adalah:

1. Menghentikan pernafasan dan sel-sel tanaman;
2. Mengubah karbohidrat menjadi asam laktat melalui proses fermentasi kedap udara;
3. Menahan aktifitas enzyme dan bakteri pembusuk.

Persyaratan lain yang harus dipenuhi oleh peternak yang akan membuat silase adalah harus mempunyai luasan areal yang cukup untuk silo yaitu tempat

menyimpan hijauan proses pembuatan silase.idealnya pembuatan silase disesuaikan dengan kebutuhan dengan patokan penggalian lubang setiap 150 m³ dapat menampung 150 kg bahan kering hijauan.

Bahan baku silase jerami dapat menggunakan tanaman jagung yang belum panen dan tanaman jagung setelah panen. Pembuatan silase pada tanaman jagung yang belum panen, kaya dengan kandungan gizi pakan utamanya zat gula yang akan membantu dalam proses fermentasi dengan kandungan protein mencapai 11-15% dan disukai ternak. bila pilihan bahan baku silase pada tanaman jagung yang masih muda, batang dan daun yang masih hijau untuk pembuatan silase. sedangkan pada pembuatan silase yang menggunakan bahan baku tanaman jagung setelah panen, pilihan jerami jagung yang berwarna hijau mempunyai kandungan serat kasar lebih tinggi dibandingkan dengan jerami warna kuning.

Kualitas produksi silase jerami jagung mempunyai kandungan gizi pakan mineral kalsium yang rendah dan protein hanya mencapai 8,3 per sen karena itu perlu ditambahkan urea dengan kadar 0,45 persen (4,5kg /ton silase) sebagaimana dianjurkan direktorat pengembangan peternakan, yang akan memberikan peningkatan pada kandungan protein silase jerami jagung dan cukup untuk memenuhi kebutuhan protein sapi potong dan sapi perah. selain penambahan urea sebaiknya pada saat pemberian pakan juga ditambahkan garam sebanyak 50 gr/ekor/hari. Proses pembuatan silase jerami jagung dilakukan dengan melayukan jerami jagung selama 2 hari dan dilakukan pemotongan dengan ukuran 3-5cm, selanjutnya dilakukan pencampuran jerami jagung dengan bahan-bahan yang diperlukan pembuatan silase.

Penambahan bahan-bahan pembuatan silase akan mempercepat proses fermentasi, mencegah tumbuhnya jamur dan bakteri pembusuk yang akan meningkatkan tekanan osmosis sel-sel jerami jagung.

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan silase ukuran 1 ton hijauan terdiri dari asam organik (asam format, asam sulfat, asam aklorida/asam propionat) 4-6 kg, molasses atau tetes 40 kg, garam 30 kg, dedak padi 40 kg, menir 36 kg dan onggok 30 kg. Penambahan bahan dilakukan secara merata keseluruh potongan jerami jagung yang dibuat silase. Pencampuran molasses atau tetes sebaiknya dilakukan secara bertahap dengan cara pencampuran secara berlapis bergantian dengan campuran bahan dan jerami jagung yang dipadatkan, pada saat penempatan jerami jagung pada lubang galian tanah yang dikenal sebagai silo dan selanjutnya dilakukan penutupan silo.

Pemadatan jerami jagung dilakukan setelah proses pencampuran semua bahan yang diperlukan kecuali molasses/tetes, masukkan potongan jerami jagung dengan cara diinjak-injak sepadat mungkin dalam silo yang sudah diberikan atas lapisan plastik yang menjadi tempat penampungan selama proses pembuatan silase. pemberian molasses/tetes dapat dilakukan dengan cara tumpukan padatan jerami jagung dasar ditambahkan molasses/tetes 2 bagian, selanjutnya pada padatan tumpukan lapisan tengah jerami jagung dapat diberikan molasses/tetes 3 bagian kemudian lapisan tengah padatan tumpukan jerami jagung diberikan molasses/tetes 5 bagian. Pencampuran molasses/tetes secara bertahap ini akan bercampur merata selanjutnya padatkan kembali dan tutup dengan plastik dan tanah. Penggunaan silase sebagai

pakan ternak dapat dilakukan setelah 8 minggu proses pembuatan silase, dengan cara pengambilannya bertahap sesuai dengan kebutuhan konsumsi ternak dan segera lakukan penutupan kembali.

Rendahnya adopsi teknologi merupakan kendala bagi petani ternak dalam pembuatan silase. Kurangnya pakan berkualitas khususnya di Indonesia bagian Timur yang sering terjadi kemarau panjang yang disebabkan tidak adanya ruang penyimpanan bahan pakan yang memadai. Kendala petani lainnya adalah kurangnya modal untuk membeli drum plastik dan kantong plastik, proses pembuatan silase membutuhkan waktu sementara biasanya petani sibuk untuk mengeringkan hasil panen biji jagung terlebih dahulu sehingga tidak memiliki waktu untuk membuat silase.

C. Pengolahan melalui proses Fermentasi

Pengolahan jerami jagung dengan cara fermentasi telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain yang dilaporkan oleh Pamungkas *et al.* (2006) melakukan fermentasi jerami jagung dengan menggunakan *Pleurotus flabelatus*. Jamur ini merupakan jenis jamur pembusuk putih (*white rot fungi*) yang dapat mengeluarkan enzim selulose sehingga menyebabkan peningkatan terhadap pencernaan bahan kering jerami jagung.

Penelitian lainnya adalah fermentasi tongkol jagung oleh Rohaeni *et al.* (2006) menggunakan *Trichoderma viride*. Sebelum proses fermentasi dilakukan terlebih dahulu menggiling jerami jagung dengan menggunakan mesin penggiling tongkol jagung sehingga dihasilkan partikel tongkol jagung dengan ukuran sebesar butiran jagung. Selanjutnya tongkol jagung dicampur dengan jamur

Trichoderma viride dan dimasukkan dalam wadah tertutup dan dibiarkan selama 4-7 hari. Fermentasi akan menyebabkan bahan pakan menjadi palatable serta dapat meningkatkan nilai nutrisi pencernaan bahan kering suatu bahan. Jamur *Trichoderma* adalah jamur penghasil enzim selulase sehingga banyak digunakan untuk memfermentasi bahan pakan yang mengandung serat kasar tinggi seperti limbah dari sisa hasil pertanian.

Bab 6

Pengaruh Pemberian Jerami Jagung Fermentasi terhadap Produktivitas Ayam Kampung Persilangan

Jerami jagung dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Kendala utama penggunaan jerami sebagai pakan adalah kandungan serat kasar yang tinggi sehingga perlu diberi perlakuan untuk meningkatkan nilai gizi jerami jagung. Jerami jagung yang terdiri bagian daun, batang, tongkol dan kulit tongkol. Pemanfaatan limbah jerami jagung terutama sebagai bahan pakan ternak unggas telah dilakukan khususnya terhadap ayam kampung persilangan.

Untuk meningkatkan kualitas jerami jagung sebagai pakan ayam kampung persilangan dapat dilakukan dengan teknologi sederhana, murah, mudah didapatkan oleh petani dan ramah lingkungan.

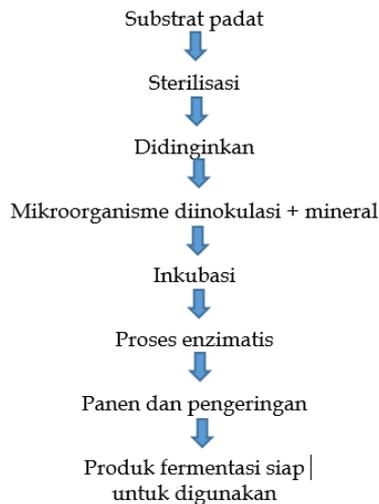
A. Metode Fermentasi Jerami Jagung

Fermentasi adalah proses metabolik untuk melakukan oksidasi, reduksi, hidrolisa dan reaksi kimia lainnya dengan bantuan enzim dari mikroba (jasad renik). Fermentasi menyebabkan terjadinya perubahan sifat bahan tersebut dan perubahan kimia yang terjadi pada suatu substrat organik dengan menghasilkan produk tertentu (Fardiaz, 1987). Secara umum produk akhir fermentasi biasanya mengandung senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna daripada bahan asal sehingga dapat

meningkatkan nilai nutrisi bahan. Fermentasi juga berfungsi sebagai salah satu cara pengolahan dalam rangka pengawetan bahan dan cara untuk mengurangi bahkan menghilangkan zat racun yang dikandung suatu bahan, fermentasi dari berbagai jenis mikroorganisme dapat mengkonversikan pati menjadi protein dengan penambahan nitrogen anorganik, Prinsip dasar fermentasi ini adalah mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroorganisme, sehingga membentuk produk baru yang berbeda dari bahan bakunya.

Fermentasi yang dilakukan pada jerami jagung ini adalah sistem fermentasi padat. Fermentasi medium padat sudah sejak lama dikenal masyarakat yang dilakukan untuk fermentasi bahan makanan, sehingga proses fermentasi medium padat untuk proses bahan pakan akan mudah diterima oleh peternak. Keuntungan fermentasi padat menurut Pasaribu (2010) adalah tidak memerlukan tambahan lain kecuali air, persiapan inokulum lebih sederhana, kontrol terhadap kontaminan lebih mudah, produktivitas tinggi, tidak diperlukan kontrol pH maupun suhu yang teliti, lebih sederhana dan mudah pelaksanaannya. Kemampuan kapang dalam menghasilkan enzim yang akan menguraikan zat pada substrat memiliki produktifitas berbeda (Miskiyah *et al.*, 2006). Selanjutnya lama inkubasi fermentasi pada umumnya tergantung pada jenis mikroorganisme dan substrat yang digunakan. Mikroorganisme yang digunakan dalam proses fermentasi sangat beraneka ragam seperti: kapang, bakteri, maupun campuran bakteri dengan kapang. Tahap-tahap pembuatan produk fermentasi dan substrat padat dapat dilihat dalam Gambar 6.1.

Perlakuan perbedaan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap peningkatan kandungan protein kasar dan kandungan abu serta menurunkan kandungan serat kasar jerami jagung. Untuk meningkatkan daya guna dan manfaat jerami jagung maka diperlukan teknologi yang mudah diantaranya adalah fermentasi *Trichoderma viride*. Inokulasi jerami jagung dengan penambahan fungi *Trichoderma viride* merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kandungan protein kasar dan bahan organik dari fermentasi jerami jagung. Hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa lama fermentasi 2 minggu memberikan hasil yang terbaik dalam meningkatkan nilai nutrisi jerami jagung.



Gambar 6.1 Skema Pembuatan Produk Fermentasi Sistem Substrat Padat (Pasaribu, 2010)

Prosedur pembuatan jerami jagung fermentasi adalah:

1. Jerami jagung yang kami gunakan adalah bagian daun dan sebelum difermentasi terlebih dahulu dicacah dengan ukuran $\pm 1-3$ cm.

2. Jerami jagung yang telah dipotong-potong kemudian diangin-anginkan \pm 12 jam kemudian dikukus selama kurang lebih 15 menit dihitung setelah air mendidih. Pengukusan berfungsi untuk mematikan mikroba patogen pada jerami jagung.
3. Jerami jagung yang telah dikukus ditebar dalam plastik dianginkan sampai dingin, kemudian disemprot dengan air sampai kelembaban 55-60%, lalu ditaburkan 7% inokulum fungi *Trichoderma viride* sampai merata.
4. Kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik yang diberi lubang-lubang kecil agar uap air keluar, kemudian disimpan (diinkubasi) pada suhu kamar selama 1, 2 dan 3 minggu.
5. Setelah cukup waktunya plastik dibuka, diamati kondisi fisik (bau, warna, tekstur dan pertumbuhan fungi). Sebelum diberikan pada ternak unggas terlebih dahulu di giling dibuat tepung kemudian dicampur dengan bahan pakan lainnya.

B. Nilai Nutrisi Jerami Jagung Fermentasi

Secara nutrisi jerami jagung cukup layak dijadikan sebagai bahan campuran pakan tetapi dalam pemberiannya pada ternak unggas perlu dilakukan pengujian mengingat unggas tidak mampu mencerna serat kasar yang tinggi. Hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa proses fermentasi jerami jagung dengan penggunaan 7% kapang *Trichoderma viride* dengan lama inkubasi 2 minggu memberikan hasil yang cukup baik pada fermentasi jerami jagung.

Tabel 6.1

Hasil Analisis Proksimat Nilai Nutrisi Jerami Jagung Yang Difermentasi Selama Dua Minggu

Nutrisi	Perlakuan	
	Sebelum Fermentasi	Sesudah Fermentasi
BK (%)	88,49±0,14 ^a	79,49±0,11 ^d
BO (%)	74,75±1,42 ^a	60,02±0,49 ^d
PK (%)	11,32±0,25 ^b	12,63±0,60 ^a
LK (%)	1,95±0,12 ^b	2,78±0,09 ^a
SK (%)	29,12±0,47 ^a	24,17±0,65 ^d
ABU (%)	14,52±0,20 ^c	19,47±0,59 ^a
BETN (%)	43,12±0,88 ^b	40,95±0,49 ^c
GE (kcal/kg)	3600,5±28,45 ^a	3261,25±62,12 ^c

Dari hasil penelitian ini fermentasi jerami jagung dengan inokulum *Trichoderma viride* meningkatkan kualitas jerami jagung. Hasil terbaik diperoleh pada masa inkubasi 2 minggu. Lama fermentasi selama 2 minggu cenderung menurunkan kandungan bahan kering dan bahan organik jerami jagung. Hal ini mengikuti kecenderungan bahwa jika kandungan bahan kering meningkat maka bahan organik juga meningkat dan sebaliknya apabila kandungan bahan kering rendah maka kandungan bahan organik juga rendah.

Kandungan protein kasar, lemak kasar dan kandungan abu meningkat pada lama inkubasi 2 minggu. Peningkatan protein kasar sebesar 10,37%, lemak kasar sebesar 30,21% dan peningkatan kadar abu sebesar 25,42%. Seperti hasil penelitian Gunam *et al.*, (2010) bahwa semakin lama waktu fermentasi maka hidrolisis substrat semakin banyak, sehingga kandungan protein semakin meningkat. Demikian pula dengan kandungan lemak jerami jagung mengalami peningkatan yang diduga karena kapang dapat mengubah karbohidrat pada substrat menjadi lemak. Peningkatan kandungan abu ini diduga disebabkan

adanya kehilangan bahan organik pada lama fermentasi 2 minggu.

Kandungan serat kasar pada penelitian ini mengalami penurunan pada lama inkubasi 2 minggu yang menunjukkan bahwa lama inkubasi 2 minggu sangat baik dalam merombak serat kasar lebih maksimal.

Kandungan BETN nyata menurun pada lama inkubasi 2 minggu. BETN merupakan bagian dari bahan makanan yang mengandung karbohidrat, gula dan pati. BETN ini digunakan oleh bakteri sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya dalam proses fermentasi. Karena terjadi peningkatan aktivitas mikroba dalam mendegradasi substrat sehingga memengaruhi juga pemakaian energi yang semakin tinggi dalam hal ini BETN. Adanya aktivitas mikroba yang tinggi saat masa inkubasi membutuhkan karbohidrat sebagai sumber energi sehingga terjadi penurunan pada kandungan BETN jerami jagung. Demikian pula pada kandungan energi jerami jagung terjadi penurunan yang diduga semakin lama proses fermentasi akan lebih banyak energi yang dibebaskan oleh mikroba dalam mendegradasi sumber energi yang terkandung dalam jerami jagung, energi yang dibebaskan inilah yang digunakan mikroba untuk pertumbuhannya selama proses fermentasi berlangsung.

Hasil penelitian analisis Van Soest (table 7.2) menunjukkan bahwa kandungan serat jerami jagung pada lama inkubasi selama 2 minggu cenderung menurun. Hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan kapang *Trichoderma viride* dalam menghasilkan enzim-enzim pencerna serat dalam hal ini adalah enzim selulase dalam mendegradasi komponen-komponen selulosa. Enzim ini berfungsi untuk mendegradasi komponen serat selama

proses fermentasi. Rendahnya kandungan hemiselulosa disebabkan karena hemiselulosa dipecah menjadi gula pentose selama proses fermentasi. Hemiselulosa yang terpecah tersebut menyebabkan kandungan hemiselulosa setelah fermentasi berkurang.

Tabel 6.2

Hasil Analisis Van Soest Nilai Nutrisi Jerami Jagung yang Difermentasi Selama Dua Minggu

Nutrisi	Perlakuan ¹⁾	
	Sebelum Fermentasi	Sesudah Fermentasi
Selulosa (%)	32,96±0,88	32,48±0,82
Hemiselulosa (%)	22,59±0,57	11,78±0,63
Lignin (%)	10,60±0,50	8,57±0,37
ADF (%)	43,64±0,47	41,14±0,61
NDF (%)	66,0±0,43	52,92±0,74

Trichoderma viride sebagai organisme selulolitik memiliki filamen yang menghasilkan enzim-enzim selulolitik, termasuk enzim selobiohidrolase, endoglukanase dan β -glukosidase dan juga menghasilkan enzim xyloglukanolitik. merupakan salah satu kapang yang sangat dikenal, (Tribak *et al.*, 2002). Enzim ini mempermudah enzim selulolitik dalam memecah selulosa untuk menghasilkan glukosa. Sehingga mengakibatkan sebagian lignin terdegradasi, selulosa dan hemiselulosa terurai menjadi glukosa. Seperti yang dilaporkan Soares (2017) bahwa enzim selulase yang dihasilkan dari kapang mampu merombak ikatan-ikatan kompleks dari serat menjadi komponen yang lebih sederhana.

Selama fermentasi aktifitas mikroba dalam mencerna komponen dinding sel hemiselulosa dimanfaatkan sebagai sumber energi. Semakin lama fermentasi maka enzim selulosa lebih lama merenggangkan ikatan lignoselulosa dan lingo hemiselulosa sehingga menyebabkan laju

degradasi jerami jagung yang tinggi. Enzim selulase ini dapat merubah komposisi struktur dinding sel dalam membebaskan ikatan lignin dengan selulosa dan hemiselulosa. Suryadi *et al.* (2017) menyatakan bahwa tingginya degradasi dinding sel disebabkan oleh kandungan lignin yang rendah.

ADF merupakan bagian dari NDF sehingga rendahnya ADF sejalan dengan penurunan NDF. Penurunan ADF disebabkan oleh larutnya sebagian protein dinding sel dan hemiselulosa dalam larutan deterjen asam sehingga kandungan ADS meningkat. Selain itu penurunan ADF diduga bahwa mikroba dalam menggunakan sumber energi dengan mendegradasi dan memanfaatkan NDF dan ADF (sebagai komponen dinding sel) dari jerami jagung. Tingginya ADF dalam bahan pakan dapat menyebabkan pencernaan bahan pakan rendah.

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa jerami jagung fermentasi dapat dijadikan sebagai bahan baku pakan ayam kampung persilangan karena hasil fermentasi dapat menghasilkan kandungan nutrient yang mencukupi kebutuhan pakan bagi ayam kampung persilangan. Akan tetapi dalam aplikasinya masih perlu dilakukan fotikasi dengan bahan baku lainnya untuk memenuhi pakan ternak secara keseluruhan.

C. Formulasi Ransum Substitusi Bekatul dengan Jerami Jagung Fermentasi

Formulasi ransum adalah susunan/formula bahan pakan yang akan diberikan kepada ternak selama 24 jam. Dalam menyusun formulasi pakan haruslah seimbang antara semua unsur nutrisi di atas. Seimbang di sini dalam pengertian sesuai dengan kebutuhan ternak.

Keberhasilan usaha peternakan salah satunya ditentukan oleh tepatnya pemberian pakan sesuai dengan tujuan pemeliharannya. Hal ini tidak terlepas dari pembuatan ransum atau formulasi pakan yang akan diberikan menggunakan bahan pakan yang banyak tersedia, harga murah, tetapi tetap berkualitas tinggi.

Dalam buku ini hanya membahas formulasi ransum ayam kampung persilangan dengan penggunaan jerami jagung dalam mengganti bekatul dalam ransum. Penggunaan jerami jagung fermentasi dilakukan sebagai bahan pakan pengganti yang ekonomis untuk menekan biaya produksi selama pemeliharaan. Bekatul cenderung memiliki harga yang fluktuatif sehingga menyebabkan harga produksi tidak tetap yang mengakibatkan keuntungan tidak dapat diprediksi. Pemberian bekatul dalam pakan unggas dibatasi maksimal 10% karena tingginya kandungan serat dalam bekatul sehingga tidak dapat dicerna oleh ternak. Selain itu kandungan anti nutrisi bekatul berupa phytat yang akan mengganggu jalannya proses pemanfaatan fosfor dan kalsium.

Komposisi ransum dengan substitusi bekatul dengan jerami jagung fermentasi disusun sesuai fase pemeliharaan dari ayam kampung persilangan yaitu fase starter (umur 0–30 hari) dan fase finisher (umur 30–panen) seperti disajikan dalam tabel 6.3 dan 6.4.

Tabel 6.3
Komposisi Pakan Ayam Kampung Persilangan Periode Starter
Umur 0-30 Hari

Bahan Pakan (%)	P0	P1	P2	P3	P4
Jagung Kuning	40	40	40	40	40
JJF	0	5	10	15	20
Pakan Komersial	38	38	38	38	38
Bekatul	20	15	10	5	0
Premix	2	2	2	2	2
Total	100	100	100	100	100

Kandungan Nutrisi					
Bahan kering (%)	87,07	87,22	87,36	87,50	87,65
ME (Kkal/kg)	3009,00	2974,45	2939,90	2905,34	2870,79
Protein Kasar (%)	21,52	21,62	21,72	21,82	21,92
Serat Kasar	4,39	4,84	5,28	5,73	6,17
Lemak Kasar (%)	6,87	6,73	6,59	6,45	6,31
Ca (%)	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86
P (%)	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67

Tabel 6.4

Komposisi Pakan Ayam Kampung Persilangan Periode *Finisher*
Umur 30-Finisher

Bahan Pakan (%)	R0	R1	R2	R3	R4
Jagung Kuning	50	50	50	50	50
JJF	0	5	10	15	20
Konsentrat Broiler 803 M	28	28	28	28	28
Bekatul	20	15	10	5	0
Premix	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Total	100	100	100	100	100
Kandungan Nutrisi					
Bahan kering (%)	86,14	86,242	86,344	86,45	86,55
ME (Kkal/kg)	2833,56	2862,26	2890,96	2919,66	2948,36
Protein Kasar (%)	18,86	18,939	19,018	19,097	19,18
Serat Kasar (%)	6,24	6,63	7,017	7,403	7,789
Lemak Kasar (%)	4,91	4,73	4,56	4,39	4,22
Ca (%)	0,85	0,85	0,86	0,86	0,86
P (%)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64

Formulasi ransum pada fase starter mengandung protein dengan kisaran 18,86%–19,18% dan kandungan energi berkisar antara 2833,56 kkal/kg–2948,36 kkal/kg. Untuk pakan ayam kampung persilangan fase finisher mengandung protein dengan kisaran 21, 52–21,92% dan kandungan energi berkisar antara 2987,79–3009,00 kkal/kg.

Untuk mendapatkan pakan dengan harga murah dan berkualitas dan mahalnnya harga pakan di pasaran, pakan lokallah yang dapat menggantikan. Penggalian sumber bahan pakan lokal perlu terus dilakukan dan dikembangkan sesuai dengan potensi daerah. Apabila

menilik dari bahan pakan lokal yang sudah diketahui, ternyata banyak diantaranya yang memiliki kandungan nutrisi yang baik, baik itu sebagai sumber energi maupun sebagai sumber protein. Dengan adanya informasi terkait dengan sumber bahan pakan lokal yang terus menerus di diseminasikan kepada para peternak, maka peternak yang melakukan *self mixing* (mencampur pakan sendiri) tidak perlu mendatangkan bahan baku pakan dari luar daerah. Dengan demikian setiap daerah dapat membuat formula pakan atau formulasi ransum sesuai dengan potensi yang ada di wilayah tersebut, sehingga peternak mendapatkan pakan/ransum dengan harga yang murah dan berkualitas.

D. Pengaruh Substitusi Bekatul dalam Pakan dengan Jerami Jagung Fermentasi terhadap Produktivitas Ayam Kampung Persilangan

1. Pengaruh Perlakuan terhadap Penampilan Produksi Ayam Kampung Persilangan

Pengaruh perlakuan terhadap penampilan (konsumsi pakan, penambahan berat badan dan konversi pakan) ayam kampung persilangan umur 8 minggu dapat dilihat dalam tabel 6.5.

Pada tabel terlihat dari hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi pakan ayam kampung persilangan yang mendapat perlakuan pakan dengan penggantian jerami jagung fermentasi secara signifikan memberikan pengaruh yang sama dengan pakan yang tanpa substitusi jerami jagung fermentasi, tetapi secara numerik menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi pakan dari perlakuan yang mendapatkan penggantian bekatul dengan 10% JFF cenderung lebih tinggi. Peningkatan ini kemungkinan dipengaruhi karena palatabilitas dan aroma serta

kesegaran dari ransum dengan komposisi 10% jerami jagung fermentasi dan 90% ransum basal.

Tabel 6.5

Pengaruh Perlakuan Penggantian Bekatul dengan Jerami Jagung Fermentasi (JFF) dalam Pakan terhadap Rataan Konsumsi Pakan (gr/ekor/hari), Pertambahan Berat Badan dan Konversi Pakan Ayam Kampung Persilangan Selama Penelitian

Perlakuan ¹⁾	Parameter		
	Konsumsi Pakan (gr/ekor/hari)	PBB (gr/ekor/hari)	Konversi Pakan
P0	38,026±0,47 ^b	15,099±0,78 ^d	2,466±0,14 ^a
P1	37,155±0,58 ^b	14,022±0,16 ^c	2,596±0,03 ^b
P2	38,061±0,44 ^b	15,170±0,62 ^d	2,444±0,03 ^a
P3	35,314±0,28 ^a	10,758±0,18 ^b	3,144±0,06 ^c
P4	35,834±0,38 ^a	9,748±0,14 ^a	3,456±0,06 ^d

Penggunaan hingga 10% (dengan pengurangan bekatul 10%) dalam ransum sama palatabilitasnya dengan penggunaan jerami jagung 5% dan tanpa JFF. Produk fermentasi lebih disukai oleh unggas dibandingkan dengan bahan pakan non fermentasi (Djulardi dan Tisna, 2016). Selain itu produk fermentasi juga meningkatkan asam amino. Sulistiawan, (2015) menyatakan bahwa nilai nutrisi pakan hasil fermentasi akan meningkat dengan memecah polimer karbohidrat menjadi senyawa sederhana sehingga akan mudah dicerna oleh ternak. Penelitian

Semakin tinggi penggantian bekatul dengan JFF ada kecenderungan penurunan konsumsi ransum. Penurunan konsumsi pakan disebabkan peningkatan penggunaan JFF dalam pakan sehingga tekstur pakan lebih halus dan warna pakan semakin gelap (cokelat tua). Sementara ayam lebih menyukai makanan dalam bentuk butiran daripada berbentuk tepung. Wahyu

(2004) menyatakan bahwa ternak unggas lebih menyukai pakan yang berbentuk butiran dibandingkan pakan yang berbentuk tepung. Warna dan bentuk ransum memengaruhi konsumsi ternak unggas, dimana pakan yang mempunyai warna terang akan disenangi dan lebih banyak dikonsumsi. Penyebab lain rendahnya konsumsi pakan pada perlakuan P3 dan P4 adalah ada kecenderungan meningkatnya kandungan energi termetabolis ransum sebagai akibat penggantian bekatul dengan JF dalam pakan. Ayam berusaha menurunkan konsumsi ransum untuk mengurangi panas tubuh yang berlebihan akibat tingginya kandungan energi ransum. Kartasudjana dan Suprijatna (2006) menyatakan bahwa untuk memenuhi kebutuhan energinya ayam akan mengkonsumsi ransum, ayam akan terus makan sebelum kebutuhan energinya terpenuhi. Jika ayam diberi pakan dengan kandungan energi rendah maka ayam akan makan lebih banyak. Kandungan energi pakan P0, P1 dan P2 lebih rendah dari perlakuan lainnya sehingga konsumsi ransum meningkat. Anggorodi (2005) menyatakan bahwa kandungan energi pakan sangat memengaruhi konsumsi pakan. Pakan dengan kandungan energi lebih rendah akan menyebabkan peningkatan konsumsi pakan dan sebaliknya pakan dengan kandungan energi lebih tinggi akan menyebabkan penurunan konsumsi pakan. Selain itu penurunan konsumsi ransum pada perlakuan P3 dan P4 kandungan serat kasar pakan lebih tinggi dari pakan pada perlakuan P0, P1 dan P2. Kandungan serat kasar yang tinggi menyebabkan unggas cepat merasa

kenyang, sehingga dapat menurunkan konsumsi karena serat kasar bersifat voluminous (Amrullah, 2004).

Rataan Pertambahan Berat Badan pada tabel di atas menunjukkan bahwa adanya kenaikan berat badan harian yang sama pada perlakuan P0 dan P2. Hal ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh konsumsi pakan yang hampir sama. Konsumsi pakan yang sama menunjukkan bahwa jumlah nutrisi yang dikonsumsi dan dicerna juga sama, terutama protein dan energi, sehingga menghasilkan bobot badan harian yang sama dimana kandungan nutrisi dalam makanan dan konsumsi pakan sangat memengaruhi berat badan.

Bobot hidup ayam kampung persilangan pada perlakuan P2 hampir sama dengan perlakuan P0. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan jerami jagung fermentasi sebagai pengganti bekatul sampai taraf 10% dalam ransum ayam kampung persilangan tidak memberikan pengaruh negatif dan dapat diaplikasikan dalam penyusunan ransum ayam kampung persilangan. Pada perlakuan P3 dan P4 pertambahan berat badan sangat nyata menurun. Hal ini sejalan dengan penurunan konsumsi ransum pada kedua perlakuan ini sehingga asupan nutrisi yang dibutuhkan oleh ayam rendah sehingga menyebabkan bobot hidup juga akan rendah. Penurunan konsumsi pakan pada perlakuan P3 dan P4 sejalan dengan penurunan bobot hidup. Semakin tinggi kandungan serat kasar pada pakan (pada penelitian ini serat kasar pakan pada perlakuan P3 (7,40%) dan pada P4 (7,79%), energi pakan semakin tinggi sehingga

konsumsi pakan semakin rendah. Energi merupakan salah satu faktor yang juga berpengaruh terhadap bobot karkas disamping protein (Hatta, 2005). Seperti pendapat Tillman *et al.*, (2005) bahwa serat kasar dalam pakan mempunyai pengaruh yang besar terhadap daya cerna, daya cerna semakin menurun dengan semakin tingginya kandungan serat kasar pakan, konsumsi pakan juga menurun mengakibatkan penambahan bobot badan juga menurun. Salah satu faktor yang memengaruhi besar kecilnya penambahan bobot badan adalah konsumsi pakan dan terpenuhinya kebutuhan zat makanan. Maka konsumsi pakan memiliki korelasi positif dengan penambahan berat badan.

Hasil pengamatan rata-rata konversi pakan yang disajikan pada tabel 6.5 menunjukkan bahwa rata-rata konversi pakan pada perlakuan P2 (2,444) lebih rendah dan tidak berbeda dengan perlakuan P0 (2,466). Konversi pakan untuk perlakuan P0 dan P2 adalah sama karena tidak ada perubahan yang signifikan dalam konsumsi pakan dan penambahan bobot badan. Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan P0 dan P2 lebih efisien dalam penggunaan pakan. Dengan meningkatnya persentase jerami jagung fermentasi dalam pakan pada perlakuan penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi sebesar 15%) dan perlakuan penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi sebesar 20% menyebabkan meningkatnya kandungan serat kasar ransum.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi sampai 20% dalam pakan nyata meningkatkan nilai

konversi pakan. Konversi pakan yang sama antara perlakuan P0 (pakan tanpa jerami jagung fermentasi) dan P2 (penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi 10%) dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi dalam pakan sampai taraf 10% dalam ransum ayam kampung persilangan secara signifikan tidak memengaruhi konsumsi pakan, rataan pertambahan bobot badan harian atau produksi daging. Penurunan nilai konversi pakan disebabkan karena penyerapan zat makanan yang optimal di dalam saluran pencernaan. Amrullah (2014) semakin rendah angka konversi pakan kualitas pakan semakin baik.

Perlakuan P3 dan P4 mengandung pakan dengan kandungan serat kasar yang tinggi berturut-turut (7,40%) dan (7,79%) sehingga akan mengurangi waktu tinggal pakan di lambung dan usus serta meningkatkan volume lambung dan usus pada ayam. Ini juga dapat menggambarkan mengapa pada kelompok perlakuan P3 dan P4 memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk rasio konversi pakan dibandingkan kelompok perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan rendahnya konsumsi pakan sehingga pakan yang dikonversikan untuk pertumbuhan menjadi sedikit. Nilai konversi pakan ditentukan oleh banyaknya pakan yang dikonsumsi dan pertambahan berat badan yang dihasilkan. Selain itu konversi pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain potensi genetik, temperatur lingkungan pemberian pakan yang memadai dan tingkat energi. Pendapat Esminger dan Olentine (1992) dalam Wahyu

(2004) bahwa pemberian pakan yang berkualitas baik, maka nilai konversi pakan berkisar 2,3-3,0.

Performa ayam kampung persilangan pada perlakuan P2 secara signifikan lebih baik dari perlakuan P1 mengindikasikan bahwa penggantian JF dengan bekatul sampai 10% dapat memenuhi kebutuhan energi ayam kampung persilangan. Demikian juga pada parameter pencernaan nutrient menghasilkan pencernaan lebih baik pada penambahan 10% JF dibandingkan perlakuan lainnya.

2. Pengaruh Perlakuan terhadap *Income Over Feed Cost*

Rataan IOFC ayam kampung persilangan yang mendapat perlakuan pakan jerami jagung fermentasi disajikan pada tabel 6.6 berikut. Dalam penelitian ini perhitungan IOFC adalah ukuran yang hanya melihat selisih dari harga jual ayam dan biaya pakan yang dikeluarkan untuk pemeliharaan ayam selama penelitian.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan jerami jagung fermentasi dalam pakan ayam kampung persilangan sebagai pengganti bekatul memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai IOFC. Nilai IOFC berturut-turut tertinggi pada perlakuan P0 (tanpa perlakuan JF), diikuti oleh perlakuan P2 kemudian P1, P3 dan terendah pada perlakuan P4.

Tabel 6.6

Pengaruh Perlakuan Penggantian Bekatul Dengan Jerami Jagung Fermentasi (JJF) Dalam Pakan Terhadap Rataan *Income Over Feed Cost* (IOFC) Ayam Kampung Persilangan

Perla- kuan	Rataan BB Akhir (gram)	Penerimaan (Rupiah)	Biaya Pakan (Rupiah)	IOFC (Rupiah)
P0	897,83	26.934,96	7866,94	19.068,02±1348,88 ^a
P1	836,76	25.150,8	7763,68	17.387,12±219,83 ^b
P2	904,23	27.126,96	7802,80	19.324,16±48,12 ^a
P3	655,99	19.679,84	7291,55	12.388,39±345,13 ^c
P4	600,25	18.007,44	7192,28	10.815,16±213,43 ^d

IOFC dihitung berdasarkan perbandingan antara rata-rata jumlah penerimaan hasil penjualan ayam kampung persilangan dengan jumlah pengeluaran biaya pakan. Semakin besar penerimaan dari hasil penjualan ayam semakin tinggi pula IOFC. Pada penelitian ini nilai konversi pakan pada perlakuan P0 (2,466) dan P2 (2,444) tidak berbeda dan lebih rendah diikuti oleh perlakuan P1 (2,596), dibandingkan dengan perlakuan P3 dan P4 konversi pakan lebih tinggi sehingga nilai IOFC pada perlakuan P0 dan P2 semakin baik. Semakin baik nilai IOFC semakin efisien ayam kampung persilangan dalam mengubah makanan menjadi daging. Selain itu perhitungan biaya pakan sangat memengaruhi nilai IOFC. Semakin meningkat level penggunaan JJF dalam pakan ayam semakin menurunkan nilai IOFC. Perbedaan yang sangat signifikan antar perlakuan karena adanya selisih yang semakin besar pada hasil penjualan ayam dengan biaya pakan yang digunakan selama penelitian.

Nilai IOFC pada semua perlakuan sangat nyata berbeda. Nilai IOFC dipengaruhi oleh jumlah biaya pakan. Pada penelitian ini biaya pakan pada perlakuan P0 lebih rendah dan biaya penerimaan penjualan ayam lebih tinggi sehingga meningkatkan nilai IOFC. Demikian pula Nilai IOFC pada perlakuan P2 dan P1. Pada perlakuan P3 dan P4 pada penelitian ini menghasilkan nilai konversi ransum yang tinggi sehingga nilai IOFC menurun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkat penggunaan penggunaan JFJ sebagai pengganti bekatul semakin rendah nilai IOFC. Dalam mengukur nilai pendapatan suatu usaha peternakan biasanya dibandingkan dengan biaya pakan. Biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan berat ayam hidup dalam kg disebut biaya pakan (Rasyaf, 2011) sedangkan pendapatan usaha adalah perbandingan antara hasil usaha produksi peternakan (dalam kilogram hidup) dengan biaya pakan.

Pada penelitian ini harga pakan pada perlakuan P0 sebesar Rp. 7.866,941/kg, perlakuan P1 sebesar Rp. 7763,676/kg, perlakuan P2 sebesar Rp. 7802,803/kg, perlakuan P3 sebesar Rp. 7291,548/kg, perlakuan P4 sebesar Rp. 7192,280/kg. Harga jual ayam kampung persilangan hasil penelitian ini rata-rata Rp. 30.000/kg. Konsumsi pakan dan harga pakan yang tidak sama setiap perlakuan menyebabkan biaya pakan yang dikeluarkan untuk biaya pakan juga dalam jumlah yang tidak sama. Pertambahan bobot badan pada perlakuan P0 dan P2 memiliki kisaran yang sama sehingga apabila dihitung nilai pendapatan dari total penjualan ayam kampung persilangan per ekor

dikurangi biaya pakan perlakuan cenderung meningkatkan nilai IOFC.

3. Pengaruh Perlakuan terhadap Bobot dan Persentase Karkas

Bobot dan persentase karkas ayam kampung persilangan yang diberi pakan dengan penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi disajikan pada tabel 6.7.

Tabel 6.7

Pengaruh Perlakuan Penggantian Bekatul dengan Jerami Jagung Fermentasi (JJF) dalam Pakan terhadap Rataan Bobot Karkas dan Persentase Karkas

Perlakuan	Parameter	
	Bobot Karkas (gram)	Persentase Karkas (%)
P0	590,83±43,38 ^d	65,747±1,18 ^b
P1	540,16±13,66 ^c	64,424±1,15 ^b
P2	597,43±14,38 ^d	66,069±1,51 ^b
P3	408,80±18,61 ^b	62,307±2,34 ^a
P4	366,05±4,86 ^a	60,983±0,47 ^a

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi dalam pakan ayam kampung persilangan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap bobot karkas dan persentase karkas. Rataan bobot karkas ayam kampung persilangan selama penelitian dapat dilihat pada tabel 6.7

Hasil analisis statistik pengaruh penggantian bekatul dengan JJF dalam pakan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap bobot karkas ayam kampung persilangan. Perlakuan P0 dan P2 memberikan hasil yang sama terhadap bobot karkas diikuti oleh Perlakuan P1. Perlakuan P2 cenderung lebih tinggi dibandingkan perlakuan P0. Soeparno (2009)

menyatakan bahwa bobot karkas berkaitan dengan bobot badan, semakin tinggi bobot badan maka semakin tinggi bobot karkas. Pada penelitian ini capaian bobot badan ayam kampung persilangan pada perlakuan P0 dan P2 tidak jauh berbeda, diikuti oleh perlakuan P1. Hal ini juga dipengaruhi oleh konsumsi pakan pada perlakuan ini hampir sama. Wahyu (2004) menyatakan bahwa tingginya bobot karkas yang dihasilkan ditunjang dengan berat akhir ternak akibat pertambahan bobot badan yang optimal.

Perlakuan pakan pada P3 (penggantian bekatul dengan JJF 15%) dan perlakuan P4 (penggantian bekatul dengan JJF 20%) menghasilkan berat karkas yang lebih rendah. Penurunan dari bobot karkas tersebut karena penurunan berat badan yang diakibatkan oleh penurunan konsumsi pakan. Hal ini menunjukkan bahwa pakan secara tidak langsung berpengaruh terhadap bobot karkas. Ayam yang mendapatkan nutrisi yang baik akan memiliki bobot karkas yang lebih baik. Dalam penelitian ini pakan yang mengandung jerami jagung fermentasi yang mengganti bekatul sampai taraf 10% memiliki nilai nutrisi yang lebih baik. Seperti yang dilaporkan Shahin dan Elazeem (2005) bahwa pakan yang mengandung serat kasar yang lebih tinggi akan menurunkan bobot karkas dibandingkan dengan ransum yang memiliki serat kasar yang lebih rendah. Walaupun jerami jagung yang digunakan telah fermentasi lebih dahulu, tetapi serat kasar dalam ransum masih tetap tinggi. Semakin tinggi penggunaan JJF dalam pakan semakin tinggi penurunan bobot karkas. Walaupun terjadi

peningkatan protein kasar pada jerami jagung fermentasi namun penggunaannya terbatas hingga 10% dalam pakan ayam kampung persilangan. Penggunaan lebih dari 10% dapat menurunkan bobot badan. Budiansyah (2010) menyatakan bahwa protein kasar bahan pakan hasil fermentasi sebagian terdiri dari fraksi asam nukleat yang berasal dari sel-sel mikroba, protein tersebut sulit dicerna oleh saluran pencernaan unggas sehingga ketersediaan protein untuk pertumbuhan berkurang.

Bobot karkas dapat dipengaruhi oleh faktor diantaranya jenis kelamin, umur, bobot potong, konformasi tubuh, kualitas dan kuantitas pakan, bobot tubuh ternak, laju pertumbuhan dan jenis ternak yang digunakan. Panjaitan *et al.*, (2012). Selanjutnya dikatakan bahwa bobot karkas merupakan gambaran dari pertumbuhan jaringan dan tulang. Tingginya bobot karkas dipengaruhi oleh bobot hidup dan komponen non karkas.

Persentase karkas ayam kampung persilangan pada penelitian ini menghasilkan persentase karkas yang relatif sama pada perlakuan P0, P1 dan P2 dibandingkan perlakuan P3 dan P4. Pola pertumbuhan ayam kampung persilangan pada perlakuan P0, P1 dan P2 adalah tidak berbeda nyata terhadap persentase karkas ayam kampung persilangan. Yang menunjukkan bahwa pada perlakuan ini ayam kampung persilangan memiliki pola pertumbuhan yang sama sehingga proporsi komponen-komponen tubuhnya sama. Bobot karkas dipengaruhi oleh bobot potong ayam. Bobot hidup dan penambahan berat badan ayam sangat berkaitan

dengan pencapaian bobot karkas (Haroen, 2003) sehingga dalam penelitian ini pada perlakuan P3 dan P4 menghasilkan bobot hidup yang rendah sehingga menghasilkan bobot karkas yang rendah. Persentase karkas yang dihasilkan dalam penelitian ini sangat baik berkisar antara 60,98–66,069%

4. Berat dan Persentase Potongan Komersial Karkas
Tabel 6.8 menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi sangat nyata ($P < 0,01$) memengaruhi berat potongan komersial karkas bagian dada, paha dan sayap dan berat potongan komersial karkas bagian punggung.

Tabel 6.8
Pengaruh Perlakuan Penggantian Bekatul dengan Jerami Jagung Fermentasi (JJF) dalam Pakan terhadap Berat dan Persentase Potongan Komersial Karkas Ayam Kampung Persilangan

Potongan Karkas (Retail cut-up)	Perlakuan					
		P0	P1	P2	P3	P4
Dada (<i>breast</i>)	(g)	154,112 ^d	138,738 ^c	161,628 ^d	106,058 ^b	94,822 ^a
	(%)	26,056 ^a	25,692 ^a	26,949 ^a	25,961 ^b	25,906 ^b
Paha (<i>thighs</i>)	(g)	189,738 ^d	173,466 ^c	193,306 ^d	127,302 ^c	115,506 ^a
	(%)	32,211 ^a	32,116 ^a	32,258 ^a	31,155 ^a	31,563 ^a
Sayap (<i>wings</i>)	(g)	80,240 ^d	73,522 ^c	80,444 ^d	54,258 ^b	48,778 ^a
	(%)	13,623 ^a	13,610 ^a	13,470 ^a	13,286 ^a	13,325 ^a
Punggung	(g)	145,77 ^d	132,784 ^c	147,748 ^d	99,05 ^b	89,326 ^a
	(%)	24,663 ^a	24,585 ^a	24,741 ^a	24,267 ^a	24,403 ^b

Ayam kampung persilangan yang mendapatkan perlakuan penggantian bekatul dengan JJF 10% memiliki bobot dan persentase bagian dada relatif sama dengan perlakuan pakan tanpa jerami jagung fermentasi. Dan sangat nyata berbeda dengan perlakuan P1, perlakuan P3 dan P4 yang nyata lebih rendah. Persentase potongan komersial bagian dada pada perlakuan P0 dan P2 memberikan nilai yang sama hal ini menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi sampai taraf

10% memberikan pengaruh relatif sama terhadap penambahan berat potongan komersial bagian dada ayam kampung persilangan. Adanya kecenderungan peningkatan berat potongan komersial karkas bagian dada dengan bertambahnya bobot badan dan bobot karkas. Bagian dada merupakan bagian karkas yang banyak mengandung otot jaringan yang perkembangannya lebih dipengaruhi oleh zat makanan khususnya protein (Anggitasari *et al.*, 2016). Peningkatan penyerapan protein diduga akibat adanya enzim yang dihasilkan kapang *Trichoderma viride* yang membantu memecah ikatan protein kompleks pada pakan sehingga lebih mudah diserap oleh tubuh ternak. Persentase potongan komersial dada tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Yang menunjukkan bahwa persentase potongannya akan mengikuti.

Ukuran menilai kualitas perdagingan adalah dilihat dari besarnya dada karena sebagian besar otot yang merupakan komponen karkas paling besar terdapat disekitar dada. Resnawati (2004) menyatakan bahwa persentase bobot dada akan bertambah dengan bertambahnya bobot badan dan bobot karkas. Perkembangan dada selain dipengaruhi oleh pakan, juga dipengaruhi oleh jenis kelamin, umur, genetik dan strain ayam.

Penggantian jerami jagung fermentasi sebagai pengganti bekatul dalam pakan ayam kampung persilangan berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap berat potongan komersial karkas bagian paha. Perlakuan P0 dan P2 memberikan nilai yang sama terhadap persentase berat paha. Hal ini

menunjukkan bahwa perlakuan P0 dan P2 memberikan pengaruh relatif sama terhadap rataan persentase bagian paha. Pada penelitian ini rataan nilai persentase paha ayam tertinggi berturut-turut perlakuan P2 sebesar 32,358%, perlakuan P0 sebesar 32,221%, perlakuan P1 sebesar 32,116%, perlakuan P4 sebesar 31,563% dan perlakuan P3 sebesar 31,155%.

Persentase berat paha akan bertambah dengan bertambahnya berat badan dan berat karkas. Dengan meningkatnya berat karkas bagian karkas seperti berat paha juga ikut meningkat. selain itu berat paha juga erat kaitannya dengan berat tulang yang meningkat. Abubakar dan Nataamijaya (1999), menyatakan bahwa bagian paha dan dada berkembang lebih dominan selama pertumbuhan apabila dibandingkan pada bagian sayap dan punggung. Soeparno (2009) menyatakan bahwa selama pertumbuhan, tulang tumbuh secara terus menerus dengan kadar laju pertumbuhan relatif lambat, sedangkan pertumbuhan otot relatif lebih cepat sehingga rasio otot dengan tulang meningkat selama pertumbuhan dengan kadar laju yang berbeda.

Penggantian Jerami jagung fermentasi dengan bekatul pada pakan ayam kampung persilangan berpengaruh sangat nyata terhadap bobot potongan komersial karkas bagian sayap ($P < 0,01$). Berat potongan komersial sayap pada perlakuan P0 dan P2 memberikan nilai yang sama dan perlakuan P2 cenderung lebih tinggi dibandingkan P0. Hal ini disebabkan oleh pada bagian sayap didominasi oleh komponen tulang dan kurang berpotensi untuk menghasilkan daging. Komponen tulang merupakan

komponen yang masak dini sehingga pakan dan nutrisi lainnya terlebih dahulu dimanfaatkan untuk pembentukan tulang. Peningkatan berat potongan sayap pada perlakuan P2 diduga berkorelasi dengan berat tulang. Semakin tinggi berat tulang maka semakin tinggi juga berat sayap yang dihasilkan. Selain itu berat karkas pada perlakuan P2 juga menunjukkan peningkatan yang sangat nyata. Persentase bobot sayap akan bertambah dengan bertambahnya berat badan dan berat karkas.

Hasil analisis sidik ragam JJF sangat nyata ($P < 0,01$) memengaruhi berat potongan karkas punggung. Perlakuan P0 memberikan nilai yang sama dengan perlakuan P2 dan nyata berbeda dengan perlakuan P1, P3 dan P4. Nilai rata-rata tertinggi didapat pada perlakuan P2 sebesar 147,748%, P0 sebesar 145,770%, P1 sebesar 132,784% dan terendah pada perlakuan P3 sebesar 89,80% dan P4 sebesar 89,326%. Berat potongan komersial bagian punggung juga diduga berkorelasi dengan berat tulang. Semakin tinggi berat tulang maka berat punggung yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini terkait dengan penambahan berat badan, berat akhir yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Punggung ayam kampung tidak hanya disusun oleh otot-otot jaringan namun juga disusun oleh kerangka tulang dan sel-sel penyusun punggung. Pertumbuhan yang cepat adalah tulang dan setelah tercapai ukuran maksimal pertumbuhan tulang akan terhenti, tulang lebih dulu tumbuh karena merupakan rangka yang menentukan pembentukan otot (Forest *et al.*, 1975). Hasil penelitian ini perlakuan P0, P1, P2 dan P3

memberikan nilai yang sama yang menunjukkan bahwa perlakuan tersebut memberikan pengaruh relatif sama terhadap rataan persentase bagian punggung.

5. Pengaruh Perlakuan terhadap Berat dan Persentase Lemak Abdominal (%)

Rataan berat dan persentase lemak abdominal ayam kampung persilangan dengan pengantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi disajikan dalam tabel 6.9.

Tabel 6.9

Pengaruh Perlakuan Penggantian Bekatul dengan Jerami Jagung Fermentasi (JJF) dalam Pakan terhadap Berat dan Persentase Lemak Abdominal Ayam Kampung Persilangan

Perlakuan	Parameter	
	Bobot Lemak Abdominal (gram)	Persentase Lemak Abdominal (%)
P0	3,80±0,837 ^d	0,641±0,124 ^c
P1	2,60±0,548 ^c	0,298±0,105 ^b
P2	1,60±0,548 ^b	0,143±0,052 ^a
P3	0,86±0,313 ^a	0,246±0,013 ^a
P4	0,70±0,412 ^a	0,192±0,114 ^a

Tabel 6.9 menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi dalam pakan sangat nyata ($P < 0,01$) berpengaruh terhadap persentase lemak abdominal ayam kampung persilangan.

Semakin meningkat penggunaan jerami jagung fermentasi sebagai pengganti bekatul dalam pakan menyebabkan semakin menurunnya persentase lemak abdominal. Uji jarak berganda Duncans menunjukkan bahwa persentase lemak abdominal pada perlakuan P2, P3 dan P4 sangat nyata menurun.

Rataan persentase lemak abdominal berkisar antara 0,143-0,641% dari bobot hidup.

Semakin tinggi penggunaan JFF sebagai pengganti bekatul ada kecenderungan penurunan lemak abdominal ayam kampung persilangan. Hal ini kemungkinan disebabkan kandungan serat kasar pakan yang cenderung meningkat pada perlakuan seiring meningkatnya penambahan JFF dalam pakan. Serat kasar pakan sangat memengaruhi lemak tubuh. Keberadaan serat kasar dalam pakan mampu mengikat asam empedu. Asam empedu berfungsi dalam mengemulsi makanan berlemak sehingga mudah dihidrolisis oleh enzim lipase. Seperti yang dilaporkan Shahinn dan Abdellazim (2005) bahwa kandungan lemak abdominal, lemak karkas dan lemak total dalam tubuh akan menurun dengan pemberian pakan yang mengandung serat kasar tinggi dan menyebabkan depot lemak sedikit.

Persentase lemak abdominal dari hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan yang dinyatakan North dan Bell (2002) bahwa persentase lemak abdominal ayam berkisar antara 2,64%-3,3%.

6. Pengaruh Perlakuan terhadap Kualitas Produksi Ayam Kampung Persilangan

a. Kualitas Fisik Daging Ayam Kampung Persilangan

Rataan nilai pH, daya ikat air (*water holding capacity*), susut masak dan warna daging ayam kampung persilangan yang mendapat perlakuan pakan yang mengandung jerami jagung fermentasi sebagai pengganti bekatul dalam pakan dapat dilihat pada tabel 6.10.

Tabel 6.10

Pengaruh Perlakuan Penggantian Bekatul Dengan Jerami Jagung Fermentasi Dalam Ransum Terhadap pH, WHC, Susut Masak dan Warna Daging Ayam Kampung Persilangan

Parameter	Perlakuan ¹⁾				
	P0	P1	P2	P3	P4
pH	5,39 ^c	5,18 ^{ab}	5,04 ^a	5,06 ^a	5,31 ^{bc}
WHC	32,86 ^{ab}	21,51 ^a	42,61 ^b	37,85 ^b	32,48 ^{ab}
Susut Masak (%)	20,639 ^a	17,923 ^a	12,660 ^a	15,912 ^a	13,344 ^a
Warna Daging					
L*	54,87 ^a	51,32 ^a	53,47 ^a	48,48 ^a	55,26 ^a
a*	5,928 ^a	2,524 ^b	3,622 ^b	4,114 ^b	3,456 ^b
b*	9,714 ^a	5,484 ^a	6,020 ^a	5,692 ^a	6,294 ^a

1) Pengaruh Perlakuan terhadap pH Daging

Rataan nilai pH daging dari hasil penelitian di bawah nilai pH ultimat daging normal, yang disebabkan oleh karena diukur setelah 2 jam setelah pemotongan. Nilai pH ultimat daging normal adalah 5,4–5,8 (Soeparno, 2009).

Penurunan nilai pH setelah penyembelihan diakibatkan oleh terjadinya proses glikolisis secara anaerob sehingga menghasilkan asam laktat sehingga menyebabkan pH daging menjadi lebih asam (Sams, 2001). Soeparno (2009) menyatakan bahwa selain proses glikolisis, laju penurunan pH otot postmortem juga ditentukan oleh cadangan glikogen dalam otot. Penurunan nilai pH karena semakin lamanya jangka waktu pengukuran setelah pemotongan. pH otot pada hewan hidup mendekati netral yaitu 7,2 -7,4 (Foegeding *et al.*, 1996).

Hasil penelitian (tabel 6.10) menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai pH daging.

Perlakuan P2 (penggantian jerami jagung fermentasi sebesar 10%) menghasilkan pH lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan P4 (penggantian jerami jagung fermentasi sebesar 20%) menghasilkan nilai pH lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Ternak yang mengkonsumsi pakan yang mengandung serat kasar yang tinggi mempunyai nilai pH daging yang lebih tinggi dibandingkan dengan ternak yang mengkonsumsi pakan yang mengandung serat kasar rendah (Soeparno, 2009).

2) Pengaruh Perlakuan terhadap Daya Ikat Air (*Water Holding Capacity*)

Hasil analisis daya ikat air (WHC) daging ayam kampung persilangan pada umur potong 8 minggu ditunjukkan pada tabel 6.10. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan JFF dalam pakan ayam kampung persilangan memberikan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) terhadap daya ikat air. Perlakuan P0, P2 dan P3 memberikan pengaruh yang sama terhadap nilai WHC, Perlakuan P4 tidak berbeda dengan P0 dan perlakuan P1 nyata menurun. Nilai WHC cenderung lebih tinggi pada perlakuan P2 hal ini menunjukkan bahwa nilai WHC yang tinggi disebabkan oleh kandungan protein daging yang tinggi. Dalam penelitian ini kandungan protein daging pada perlakuan P2 lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Protein otot mampu menahan banyak

molekul air dipermukaannya (Bowker & Zhuang, 2013). Daya ikat air daging ayam kampung persilangan pada penelitian ini berkisar antara 21,508–43,612%. Menurut Soeparno (2009) bahwa daya ikat air daging sekitar 20–60%.

Kemampuan daging segar untuk mengikat air dalam mempertahankan kelembaban adalah salah satu karakteristik paling penting dalam produk daging mentah (Bowker & Zhuang, 2013). Kehilangan WHC dapat menyebabkan hilangnya nutrisi dan rasa yang larut (Lee *et al.*, 2012, Suo *et al.*, 2015). Selanjutnya Bowker & Zhuang, (2013) menyatakan bahwa kehilangan WHC menyebabkan akumulasi kelembaban yang tidak menarik dalam kemasan, produk yang dimasak kurang empuk serta mengurangi fungsionalitas dalam pembuatan produk unggas dalam proses lebih lanjut.

Pada penelitian ini persentase protein lebih tinggi pada daging ayam yang mendapat perlakuan penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi 10% (P2) disertai dengan nilai WHC yang tinggi. Mahazeri *et al.*, (2014) peningkatan WHC mungkin terkait dengan perlindungan terhadap oksidasi. Nilai WHC pada perlakuan P1 nyata menurun. Daging dengan daya ikat air yang rendah akan menyebabkan banyaknya cairan yang hilang, sehingga selama pemasakan akan terjadi kehilangan berat yang besar (Aberle *et al.*,

2001). Nilai Tingkat protein tinggi dan WHC yang lebih baik pada daging disertai dengan kandungan lemak yang lebih rendah menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi dapat menghasilkan hasil yang optimal.

3) Pengaruh Perlakuan terhadap Susut Masak

Susut masak (*Cooking Lost*) adalah berat daging yang hilang selama pemanasan atau pemasakan. Hasil penelitian (tabel 6.10) menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi dalam pakan ayam kampung persilangan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap susut masak daging. Hal ini menunjukkan bahwa penggantian jerami jagung fermentasi dalam pakan ayam kampung persilangan sampai 20% menghasilkan pengaruh yang sama terhadap susut masak daging ayam kampung persilangan. Akan tetapi secara numerik bahwa perlakuan P2 (penggantian jerami jagung fermentasi sebesar 10%) menghasilkan nilai yang lebih rendah (12,660%) dibandingkan perlakuan lainnya. Pada tabel 21 dapat dilihat bahwa susut masak dari yang tertinggi secara berurutan adalah P0 (20,639%) diikuti oleh perlakuan P1 (17,923%), P3 (15,912%) dan P4 (13,344%) dan P2 (12,660%). Daging dengan susut masak yang rendah lebih baik dari daging yang memiliki susut masak yang lebih besar. Hal ini karena kehilangan nutrisi selama pemasakan lebih sedikit dengan

susut masak rendah. Susut masak dipengaruhi oleh ukuran dan besar daging, panjang sarkomer serabut otot, pH dan status kontraksi miofibril (Soeparno. 2009). Selanjutnya dikatakan bahwa persentase susut masak daging berkisar antara 1,5% sampai 54,5%.

Penggantian jerami jagung fermentasi pada perlakuan P2 cenderung menurunkan nilai susut masak daging. Daging yang memiliki susut masak yang rendah memiliki kualitas daging yang baik, karena kehilangan nutrisi selama pemasakan semakin sedikit. Pada penelitian ini kandungan protein daging pada perlakuan P2 lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Hal ini kemungkinan disebabkan juga oleh rendahnya kandungan lemak daging pada perlakuan P2 sehingga menyebabkan deposisi lemak dalam daging juga cenderung lebih rendah sehingga eksudasi cairan pada saat pemasakan menurun akibatnya susut masak juga menurun. Souza *et al.*, (2011) menyatakan bahwa nilai pH dan deposisi lemak pada daging dapat memengaruhi nilai susut masak daging setelah pemrosesan. Nilai susut masak pada penelitian ini berkisar antara 12,660%-20,639%. Penelitian Yanti *et al.*, (2008), bahwa daging yang memiliki nilai susut masak yang rendah di bawah 35% memiliki kualitas yang baik. Soeparno, (2009) menyatakan beberapa faktor yang memengaruhi susut masak adalah ukuran daging, pH, panjang sarkomer dan

serabut otot, berat sampel daging, status kontraksi miofibril dan penampang lintang daging. Selanjutnya Lawrie (2003) menyatakan bahwa susut masak dipengaruhi oleh bobot potong apabila ada perbedaan pada deposisi lemak marbling. Faktor lain yang memengaruhi susut masak adalah banyaknya air yang keluar dari daging, masa simpan daging, banyaknya kerusakan membran seluler, dan kemampuan daging dalam mengikat air (Shank *et al.* (2002).

4) Pengaruh Perlakuan terhadap Warna Daging Dada

Tabel 6.10 menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi dalam pakan berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap warna daging (L^* dan b^*) ayam kampung persilangan kecuali untuk warna daging dada (a^*) yaitu tingkat kemerahan warna daging menunjukkan nyata berpengaruh pada perlakuan ($P < 0,05$). Intensitas merah berhubungan langsung dengan jumlah mioglobin yang ada dalam daging. Warna daging (L^*) memiliki tingkat kecerahan yang normal berkisar antara 48,48–55,26.

Warna daging adalah salah satu faktor penting yang memengaruhi pilihan konsumen. Yang terkait erat adalah nilai pH daging. Semakin besar pH, semakin kecil nilai L^* , a^* dan b^* . pH adalah indikator kualitas daging, dan pH rendah ($< 5,7$) pada 24 jam postmortem

menunjukkan kualitas daging yang buruk (Alvarado *et al.*, 2007). Karena pH dan warna daging dalam penelitian masih berada dalam kisaran yang diharapkan untuk unggas (Woelfel *et al.*, 2002). Seperti dalam penelitian ini nilai-nilai pH tetap dalam batas ideal, karakteristik L*, a* dan b* disajikan normal. Jerami jagung fermentasi sebagai sumber serat dalam penelitian ini tidak memiliki pengaruh yang merugikan terhadap kualitas daging.

Nilai warna kekuningan (b*) pada daging ayam yang mendapatkan pakan dengan penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi memberikan warna yang sama. Hasil analisa statistik menunjukkan perbedaan yang tidak nyata terhadap nilai kekuningan (b*) pada semua perlakuan.

Secara statistik perlakuan P0 (tanpa substitusi jerami jagung fermentasi) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tanpa jerami fermentasi memberikan tingkat kemerahan pada warna daging dada dibandingkan dengan pakan yang mengandung jerami jagung fermentasi. Beberapa faktor terutama konsentrasi pigmen berupa kandungan mioglobin dan hemoglobin dalam daging.

b. Kualitas Kimia Daging Ayam Kampung Persilangan

Rataan kandungan protein dan lemak daging ayam kampung persilangan yang mendapat

perlakuan pakan yang mengandung jerami jagung fermentasi sebagai pengganti bekatul dalam pakan dapat dilihat pada tabel 6.11.

1) Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Protein Daging

Rataan kadar protein daging ayam kampung persilangan pada penelitian ini disajikan pada tabel 6.11. Secara statistik menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan JFF terhadap kandungan protein daging ayam kampung persilangan tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P>0,05$).

Tabel 6.11

Pengaruh Perlakuan Penggantian Bekatul Dengan Jerami Jagung Fermentasi Dalam Pakan Terhadap Kandungan Protein dan Lemak Daging Ayam Kampung Persilangan

Perlakuan ¹⁾	Parameter	
	Lemak Daging (%)	Protein Daging (%)
P0	1.4640±0,414 ^{ab}	22,240±0,651
P1	2.1040±0,703 ^b	21,792±0,467
P2	1,2500±0,399 ^a	22,722±1,099
P3	1,6480±0,525 ^{ab}	22,110±0,650
P4	1,4620±0,479 ^{ab}	21,992±1,314

Secara statistik kandungan protein daging memberikan pengaruh yang sama pada semua perlakuan. Hal ini diduga karena kandungan nutrisi pakan yang hampir sama. Pakan pada perlakuan yang mengandung jerami jagung fermentasi hingga level 20% tidak banyak memberikan pengaruh terhadap kadar protein. Hal ini diduga disebabkan oleh penggunaan kapang *Trichoderma viride* pada fermentasi jerami jagung sehingga dapat menyamai kandungan protein dalam daging

dengan pakan tanpa menggunakan jerami jagung fermentasi. Pemberian pakan fermentasi sangat baik bagi tubuh ternak karena mudah diserap. Winedar *et al.*, (2004) menyatakan bahwa pakan yang difermentasi oleh mikroorganisme akan mengalami perombakan yang lebih sederhana sehingga bahan pakan organik yang terkandung didalamnya akan lebih mudah diserap oleh tubuh. Selain dapat meningkatkan kandungan protein dalam pakan, proses fermentasi juga dapat melepas ikatan senyawa kompleks menjadi senyawa yang mudah dicerna. Winarno dan Fardiaz (1980) menyatakan bahwa hal ini disebabkan fermentasi menghasilkan enzim-enzim tertentu yang dapat menguraikan protein menjadi asam amino sehingga lebih mudah diserap tubuh. Kadar protein daging dalam penelitian ini berkisar antara 21,79%-22,72%. Kisaran komposisi kimia daging pada penelitian ini masih setara dengan penelitian Hidayah, *et al.*, (2019) bahwa persentase protein pada daging ayam KUB sebesar 22,71%.

2) Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Lemak Daging

Tabel 6.11 menunjukkan bahwa penggantian bekatul dengan jerami jagung fermentasi dalam pakan ayam kampung persilangan berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar lemak daging. Perlakuan P1 menghasilkan kadar lemak daging cenderung lebih tinggi

dibandingkan dengan perlakuan lainnya, kandungan lemak daging cenderung menurun pada perlakuan P2 dengan penggunaan persentase jerami jagung fermentasi 10% sebesar 1,250%. Perlakuan P0 tidak berbeda dengan perlakuan P3 dan P4. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pakan fermentasi jerami jagung memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar lemak daging ayam kampung persilangan ($P < 0,05$). Semakin tinggi persentase jerami jagung fermentasi menghasilkan kandungan lemak daging yang rendah pada ayam kampung persilangan. Rataan persentase lemak pada penelitian ini berkisar (1,250%-2,104%). Komposisi lemak daging yang dilaporkan Anggraeny *et al.*, (2005) adalah 3,2%. Hasil penelitian ini kadar lemak daging masih lebih rendah. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan strain dan kandungan nutrisi pakan.

Rataan kandungan lemak daging pada penelitian ini berbanding terbalik dengan kandungan protein daging ayam kampung persilangan. Pernyataan ini didukung oleh penelitian Hartono (2013) bahwa kadar lemak mempunyai hubungan berbanding terbalik dengan kadar protein, semakin meningkat kadar protein pada daging ayam maka kadar lemak semakin menurun. Semakin meningkat persentase jerami jagung fermentasi sampai 20% menurunkan kadar lemak daging ayam.

Penelitian ini sejalan dengan yang dilaporkan Sufi *et al.*, (2015) bahwa pengaruh penggunaan fermentasi dedak padi dan cairan rumen sebanyak 10% dalam pakan menyebabkan penurunan kadar lemak daging ayam sebesar 13,09%. Sanz *et al.*, (2000) menyatakan bahwa penurunan lemak abdominal merupakan hal yang menguntungkan, sebab akan memperbaiki kualitas karkas dengan menghasilkan daging yang rendah lemak.

Penutup

Jerami sebagai limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak unggas. Pemanfaatan limbah pertanian merupakan salah satu solusi untuk mengatasi ketersediaan bahan pakan serta biaya pakan yang tinggi. Jerami jagung sebagai hasil samping dari pemanenan jagung dapat dilakukan pendaayagunaannya sebagai pakan ternak karena mengandung nutrisi yang cukup baik untuk pakan ternak. Peningkatan nilai nutritive (kandungan dan pencernaan nutrient) yang disebabkan proses fermentasi memungkinkan jerami jagung terfermentasi dapat dimanfaatkan dalam pakan ayam kampung persilangan.

Glosarium

Abu/ash/mineral: sisa pembakaran pakan dalam tanur/tungku 500–600°C sehingga semua bahan organik terbakar habis.

ADF: zat makanan yang tidak larut dalam detergent asam yang terdiri dari selulosa, lignin dan silika.

AME: Energi Metabolis Semu.

AMEN: Energi Metabolis Semu Terkoreksi Nitrogen.

Analisis proksimat (*proximate analysis*): Analisa kimiawi pada pakan/bahan yang berlandaskan cara Weende yang akan menghasilkan air, abu, protein kasar, lemak dan serat kasar dalam satuan persen.

Analisis Van Soest: metoda analisa berdasarkan kelarutannya dalam larutan detergen asam dan detergen netral.

AOAC: Association of Official Analytical Chemist.

BETN (bahan Ekstrak Tanpa N)/NFE (*Nitrogen Free Extract*): Karbohidrat bukan serat kasar. BETN merupakan tolak ukur secara kasar kandungan karbohidrat pada suatu pakan.

Bahan kering (*Dry Matter*): Pakan bebas air. Dihitung dengan cara 100–kadar air, dimana kadar air diukur merupakan persen bobot yang hilang setelah pemanasan pada suhu 105° C sampai beratnya tetap.

Bahan Organik (*Organik matter*): selisih bahan kering dan abu yang secara kasar merupakan kandungan karbohidrat, lemak dan protein.

Energi Bruto/ Gross energy (GE): Jumlah kalori (panas) hasil pembakaran pakan dalam bomb kalorimeter.

Hasil sisa tanaman adalah bagian tanaman yang tersedia dan dapat dimanfaatkan sebagai pakan setelah produk utama dipanen.

Hemiselulosa: merupakan kelompok senyawa yang bersama-sama terikat dengan selulosa pada daun, kayu-kayuan dan biji-bijian tertentu.

IOFC: *Income Over Feed Cost* adalah pendapatan atas biaya pakan yang merupakan penerimaan usaha peternakan dibandingkan dengan biaya pakan.

Inokulum: Kultur mikroba yang diinokulasikan ke dalam medium pada saat kultur mikrobia tersebut pada fase pertumbuhan.

Jerami (*Straw*): Hijauan limbah pertanian setelah biji dipanen dengan kadar serat kasar umumnya tinggi, bisa berasal dari *graminae* maupun *leguminoceae*.

Jerami jagung/brangkasan adalah bagian batang dan daun jagung yang telah dibiarkan mengering di ladang dan dipanen ketika tongkol jagung dipetik.

Karbohidrat: Senyawa C.H dan O bukan lemak. Merupakan selisih BOTN dan lemak.

Lemak kasar (*Ether extract*): Semua senyawa pakan yang dapat larut dalam pelarut organik.

Lignin: Bagian serat detergen asam yang tidak larut dalam H₂SO₄ 72 % dan terbakar habis pada tanur 500–600°C pada metoda analisis Van Soest.

Mikroba: Organisme yang berukuran sangat kecil (biasanya kurang dari 1 mm), untuk melihatnya perlu bantuan mikroskop.

NDF: merupakan zat makanan yang tidak larut dalam detergent netral dan bagian terbesar dari dinding sel tanaman.

Pakan lokal adalah setiap bahan baku yang merupakan sumberdaya lokal yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan secara efisien oleh ternak, baik sebagai suplemen, komponen konsentrat atau pakan dasar.

Protein kasar (PK)/ Crude protein: kandungan nitrogen pakan dikalikan faktor protein rata-rata (6,25) karena rata-rata nitrogen

dalam protein adalah 16 %, sehingga faktor perkalian protein $100/16 = 6,25$. Terdiri dari asam-asam amino yang saling berikatan (ikatan peptida), amida, amina dan semua bahan organik yang mengandung Nitrogen.

Retensi N: Sejumlah nitrogen dalam protein pakan yang mampu diserap dan dipergunakan oleh tubuh ternak.

Selulosa: Rangkaian molekul glukosa dengan ikatan kimia β -1,4 glukosida dan terdapat dalam tanaman.

Serat detergen asam (SDA, ADF): Bagian dinding sel tanaman yang tidak larut dalam detergen asam pada metoda analisis Van Soest.

Serat Kasar (SK) / Crude fiber: Bagian karbohidrat yang tidak larut setelah pemasakan berturut-turut, masing-masing 30 menit pada H_2SO_4 1,25 % (0,255 N) dan NaOH 1,25 % (0,312 N).

SILIKA (SiO_2) / Insoluble ash: Bagian serat detergen asam yang tidak larut dalam H_2SO_4 72 % dan tersisa sebagai abu pada pembakaran 500–600° C pada metoda analisis Van Soest.

Sumber serat adalah bahan-bahan yang memiliki kandungan serat kasar (sk) ≥ 18 %.

Zat makanan (*Nutrient*): Zat organik dan anorganik dalam pakan yang dibutuhkan ternak untuk mempertahankan hidup, memelihara keutuhan tubuhnya dan mencapai prestasi produksinya.

Total digestible nutrient (TDN): Total energi zat makanan pada ternak yang disetarakan dengan energi dan karbohidrat. Dapat diperoleh secara uji biologis ataupun perhitungan menggunakan data hasil analisis proksimat.

Daftar Pustaka

- Abd-Elsalam, H. E., and El-Hanafy, A. A. 2009. Lignin Biodegradation with Ligninolytic Bacterial Strain and Comparison of *Bacillus subtilis* and *Bacillus* sp. Isolated from Egyptian Soil. *American Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 5 (1): 39-44.
- Abera, F., Urge, M., & Animut, G. (2018). Feeding value of maize stover treated with urea or urea molasses for hararghe highland sheep. *The Open Agriculture Journal*, 12(1), 84-94. <https://doi.org/10.2174/1874331501812010084>
- Aberle, E. D, Forrest, J. C, Gerrard, D. E and Mills, E. W. 2001. *Principles of Meat Science*. Fourth Ed. Kendal/Hunt Publishing Company, Amerika.
- Abubakar dan A.G. Nataamijaya. 1999. Persentase Karkas dan Bagianbagiannya Dua Galur Ayam Broiler dengan Penambahan Tepung Kunyit (*Curcuma domestica* Val) dalam Ransum. *Buletin Peternakan*. Edisi Khusus. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Achmadi. 1990. *Kimia Kayu*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ahmad, F., Tauqir, N. A., Tahir, N., Asghar, A., Mujahid, N., Hannan, K. A. A., Ahmad, N., & Bilal, R. M. 2018. Performance evaluation of corn and corn stover silages with different feed additives in growing sahiwal calves. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 9, 2269-2282
- Amin, M., Hasan, S.D., Yanuarianto, O., and Iqbal, M. 2015. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Jerami Padi Amoniasi yang Ditambah Probiotik *Bacillus* Sp. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 1 (1): 8-13.
- Amrullah, I. K. 2004. *Nutrisi Ayam Broiler*. Lembaga Satu Gunung Budi. Bogor.
- Amuda, A., Falola, O. O., & Babayemi, O.J. (2017). Chemical composition and quality characteristics of ensiled maize stover. *FUW Trends in Science & Technology J*, 2: 195-198.
- Anggitasari, Sjoifan, dan Djunaidi., (2016). Pengaruh Beberapa Jenis Pakan Komersial Terhadap Kinerja Produksi Kuantitatif dan Kualitatif Ayam Pedaging. *Buletin Peternakan*, 40 (3): 187-196.
- Anggorodi. R. 2005. *Ilmu Makanan Ternak Umum*. Gadjah Mada University Press. Jogjakarta.
- Anggraeny, Y.N., U. Umiasih, and D. Pamungkas. 2005. Pengaruh suplementasi multi nutrien terhadap performans sapi potong

- yang memperoleh pakan basal jerami jagung. Pros. Sem. Nas. Teknologi Peternakan dan Veteriner. p. 147-152
- Anggraeny, Y.N., U. Umiyasih dan N.H. Krishna. 2006. Potensi limbah jagung siap rilis sebagai sumber hijauan sapi potong. Pros. Lokakarya Nasional Jejaring Pengembangan Sistem Integrasi Jagung-Sapi. Pontianak, 9-10 Agustus 2006. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 149-153.
- Anom, E. 2008. Efek Residu pemberian Tricho-kompos jerami padi terhadap pertumbuhan dan produksi sawi hijau (*Brassica juncea*. L). Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNRI. Vol. 7 No 2-12.
- Ayuni, T., Kurniawan, W., Napirah, A., & Rahman. 2017. Fermentation Characteristics of Corn Stover and *Gliricydia sepium* Combination Silage with Different Presentations. The 7th International Seminar on Tropical Animal Production.
- BIPU (Balai Informasi Pertanian Ungaran). 1985. Jagung Hibrida Departemen Pertanian. Ungaran.
- Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R. J., Holmes, B. J., & Muck, R. E. 2018. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3952-3979. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837>
- Bostami, A., Khan, R., Amin, M., Sarker, N., Pervage, S., & Hasan, K. 2008. Effect of addition of molasses and period of preservation on physical and nutritional properties of maize stover silage. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 37(2), 42-51. <https://doi.org/10.3329/bjas.v37i2.9880>
- BPTP Sumatera Barat. (2011). Teknologi Pembuatan Silase Jagung untuk Pakan Sapi Potong. Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Bowker BC and Zhuang H. 2014. Relationship between muscle exudat protein composition and broiler breast meat quality. *Poultry Science*, 92:1385-1392
- [BPTP] Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 2008. Teknologi Budidaya Kelapa Sawit. Lampung (ID): BPTP Lampung.
- Brown, R.M.Jr., dan Saxena, I.M. 2007. *Cellulose: Molecular and Structure Biology*. Dordrecht: Springer. 9: 89-94.
- Budiansyah, A. 2010. Performan ayam pedaging yang diberi ransum yang mengandung bungkil kelapa fermentasi ragi tape sebagai pengganti sebagian ransum komersial. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan* 13 (5): 260-268.
- Casey, J. P. 1980. *Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology*, Volume I. New York: Interscience Publisher Inc.

- Chea, B., Hout, T., Mob, S., Theng, K., & Seng, M. 2015. Nutrient value and palatability for cattle on corn stover silage. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 6 (1): 103-107
- Crestini, C., Crucianelli, M., Orlandi, M dan Saladino, R. 2010. Oxidative Strategies in Lignin Chemistry: A New Environmental Friendly Approach For the Functionalisation Of Lignin and Lignocellulosic Fibers. *Catalysis Today*. 8-22.
- Davin LB, Lewis NG. 2005. Lignin Primary Structures and Dirigent Sites. *Current Opinion in Biotechnology*.
- Diehuis, F and M. C. Giffel. 2005. Butyric Acid Bacteria Spores in Wholecrop Maize Silages. In: *Silage Production and Utilization*. R.S. Park and M.D>. Stronge (Eds.). Wageningen Academic Publ., the Netherlands. p. 271.
- Dijkstra, J. and Tamminga, S. 1995. Simulation of the effects of diet on the contribution of rumen protozoa to degradation of fibre in the rumen. *Br. J. Nutr.* 74 (5): 617-634. DOI: <https://doi.org/10.1079/BJN19950166>
- Doyle, P.T., Devendra, C., and Pearce, G.R. 1996. Rice straw as a feed for ruminants. International Development Program of Australian Universities and Colleges Limited (IDP), Canberra, Australia.
- Elias, S. T., & Fulpagare, Y. 2015. Effects of urea treated maize stover silage on growth performance of crossbred heifers. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science Ver. I*, 8(5), 2319-2372. <https://doi.org/10.9790/2380-08515862>
- Elkholy, M. E. H., Hassanein, E. I., Soliman, M. H., Eleraky, W., Elgame, M. F. A., & Ibraheim, D. 2009. Efficacy of feeding ensiled corn crop residues to sheep. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(12), 1858-1867. <https://doi.org/10.3923/pjn.2009.1858.1867>
- Eun, J.S., Beauchemin, K.A., Hong, S.H., and Bauer, M.W. 2006. Exogenous enzymes added to untreated or ammoniated rice straw: Effect on in vitro fermentation characteristic and degradability. *J. Anim. Sci. and Tech*, 131: 86-101. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.01.026
- Fahey, G.C., Bourquin, L.D., Titgemeyer, E.C., and Atwell, D.G. 1993. Postharvest treatment of fibrous feedstuffs to improve their nutritive value. P. 715-766 in *Forage Cell Wall Structure and Digestibility*. H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield, and J. Ralph, ed. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI
- Fardiaz, S. 1987. *Fisiologi Fermentasi*. PAU IPB-USU, IPB. Bogor

- Fengel, D and Wegener G. 1995. Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Sastrohamidjojo, H, penerjemah. Prawirohatmodjo S, editor. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions.
- Foegeding, E.A., T.C. Lanier and H.O. Hultin. 1996. Characteristics of Edible Muscle Tissues. Pada Food Chemistry. Ed. O.R. Fennema. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Forest et all.1975. Principle of Meat Science. Freeman and Co. San Fransisco
- Furqaanida, N. 2004. Pemanfaatan klobot jagung sebagai substitusi sumber serat ditinjau dari kualitas fisik dan palatabilitas wafer ransum komplit untuk domba. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gunam, Ida Bagus Wayan., Ketut Buda., dan I Made Yoga Semara Guna. 2010. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NaOH dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi terhadap Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* NRRL A-11, 264. FTP Universitas Udayana, Bali.
- Gunam, I.B.W., dan Antara, N,S,. 1999. Study on Sodium Hydroxide Treatment of Corn Stalk to Increase its Cellulose Saccharification Enzymatically by Using Culture Filtrate of *Trichoderma reseei*. *Gitayana. Agric. Technol. J*, 5 (1): 34-38.
- Guntoro, S. dan I-M. Rai Yasa. 2005. Penggunaan Limbah Kakao Terfermentasi Untuk Pakan Ayam Buras Petelur. Puslitbang Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor. *J. Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 8 (2). *Animal Feeds*":74-80, editor P. T. Doyle. School of Agriculture and Forestry, University of Melbourne, Parkville, Victoria.
- Harfiah, 2010. Optimalisasi Penggunaan jerami jagung sebagai pakan ruminansia melalui teknologi fermentasi dan suplementasi. Program studi Peternakan Universitas Hasanudin. Makasar
- Harfiah, & Mide, M. Z. (2014). Rice straw in vitro digestibility of combination treatments alkali, fermented with cellulolytic, lignolytic and lactic acid microbes with supplementation of sulfur. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan*, 3(2): 96-100
- Haroen, U. 2003. Respon ayam broiler yang diberi tepung daun sengon (*Abizzania falcataria*) dalam ransum terhadap pertumbuhan dan hasil karkas. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 6 (1): 34-41.
- Harsini, T., Susilowati, (2010), Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Dari Limbah Perkebunan Kakao Sebagai Bahan Baku Pulp Dengan Proses Organosolv, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 2 (2): 80-89.

- Hartono, E., Iriyanti, N., dan Santosa, R. Singgih S. 2013. Penggunaan Pakan Fungsional Terhadap Daya Ikat Air, Susut Masak, dan Keempukan Daging Ayam Broiler. *Jurnal Ilmu Peternakan*. 1 (1): 10-19.
- Hatta, U. 2005. Performan Hati dan Ginjal Ayam Broiler yang diberi Ransum Menggunakan Ubi Kayu Fermentasi dengan Penambahan Lysine. *J. Agroland*
- Hata, T., Tanaka, R., & Ohmomo, S. 2010. Isolation and characterization of plantaricin ASM1: A new bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* A-1. *International Journal of Food Microbiology*, 137 (1): 94-99.
- Helal, G. A. 2005. Bioconversion of straw into improved fodder: Mycoprotein production and cellulolytic activity of rice straw decomposing fungi. *Mycobiology*, 33 (2): 90-96.
- Hidayat, 2015. Komposisi nutrisi jerami jagung di Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat untuk Pakan Sapi. Skripsi. Program Studi Peternakan Fakiultas Peternakan Universitas Mataram.
- Hidayat, M., Harjono, Marsudi, dan W. Gunanto. 2006. Evaluasi kinerja teknis mesin pencacah hijauan pakan ternak. *Jurnal Engineering Pertanian* 4: 61-64.
- Hidayah, R., Ambasari, I., dan Subiharta. 2019. Kajian Sifat Nutrisi, Fisik dan Sensori Daging Ayam KUB di Jawa Tengah. *Jurnal Peternakan Indonesia* 21 (2): 93-101
- Holtzapple, M.T. (2003). Hemicelluloses. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Elsevier Science Ltd. p 3060-3071.
- Howard RL, et. al. 2003: Lignocellulose biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production. *African Journal of Biotechnology*, 2 (12): 602-619.
- Hsu, T.-C., Guo, G.-L., Chen, W.-H., & Hwang, W.-S. 2010. Effect of dilute acid pretreatment of rice straw on structural properties and enzymatic hydrolysis. *Bioresource Technology*, 101 (13): 4907-4913.
- Islamiyati, R., Rasyid, S., dan Asriany. A. 2013. Fraksi serat dan protein kasar jerami jagung yang diinokulasi fungi *Trichoderma sp.* dan RAC. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak* 11(1): 25-28
- Ismail, C.H., Shajaratulwardah, M.Y., Arif, A. I., Shahida, H., Najib, M. Y., Helda, S. 2013. Keperluan pembajaan baka padi berhasil tinggi. *Persidangan Padi Kebangsaan 2013*. Seberang Jaya, Pulau Pinang.
- Jamarun, N. 1991. Penyediaan Pemanfaatan dan Nilai Gizi Limbah Pertanian sebagai Makanan Ternak di Sumatera Barat, Pusat Penelitian Universitas Andalas, Padang.

- Jasmal A Syamsu. 2007. Daya Dukung Limbah Pertanian Sebagai Sumber Pakan Ternak Ruminansia di Indonesia Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Universitas Hasanuddin, Makassar
- Karimi, K., Kheradmandinia, S., and Taherzadeh, M. J. 2006. Conversion of rice straw to sugar by dilute acid hydrolysis. *Biomass Bioenergy*, 30: 247-253.
- Kartasudjana, R. dan E. Suprijatna. 2006. Manajemen Ternak Unggas. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kausar, H., Sariah, M., Ismail, M.R., Saud, H.M., Habib, S.H., and Berahim, Z. 2012. Development of a potential lignocellulolytic resource for rapid bioconversion of rice straw. *Afr J Biotechnol*, 11: 9235 - 9242.
- Keady, T.W.J. 2005. Ensiled maize and whole crop wheat forages for beef and dairy cattle: Effects on animal performance. In: Silage production and utilization. Park, R.S. and M.D. Stronge (Eds.). *Wageningen Academic Publ. The Netherlands*. pp. 65-82.
- Khatiwada, P., Ahmed, J., Sohag, M. H., Islam, K., and Azad, A. K. 2016. Isolation, Screening and Characterization of Cellulase Producing Bacterial Isolates from Municipal Solid Wastes and Rice Straw Wastes. *J Bioprocess Biotech*, 6 (4): 1-5. <http://dx.doi.org/10.4172/2155-9821.1000280>
- Komar, A. 1984. Teknologi Pengolahan Jerami sebagai Makanan Ternak. Yayasan Dian Grahita, Bandung.
- Komisarczuk, S., and Durand. M. 1991. Effect of Mineral on Microbial Metabolism. In: J.P. Jouany (Ed). Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion. *Inra Publ.*, Versailles.
- Kshirsagar, S. D., Waghmare, P. R., Chandrakant Loni, P., Patil, S. A., & Govindwar, S. P. 2015. Dilute acid pretreatment of rice straw, structural characterization and optimization of enzymatic hydrolysis conditions by response surface methodology. *RSC Advances*, 5 (58): 46525-46533.
- Kumar, P., Barrett, D. M., Delwiche, M. J., & Stroeve, P. 2009. Methods for Pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 48 (8): 3713-3729.
- Kurniawan, W., Bain, A., Syamsuddin, Abadi, M., & Sandy, Y. N. 2019. Quality and fermentation characteristic of corn stover - rubber cassava (*Manihot glaziovii* M.A) combination silage. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 287, 012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/287/1/012022>
- Lawrie, R. A. 2003. *Ilmu Daging*. Terjemahan. Praktisi A dan Yudha A. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta

- Lehninger AL. 1993. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jilid 1. Thenawidjajs M, penerjemah; Jakarta Erlangga. Terjemahan dari: Principles of Biochemistry
- Li, D., Ni, K., Pang, H., Wang, Y., Cai, Y., & Jin, Q. 2015. Identification and antimicrobial activity detection of lactic acid bacteria isolated from corn stover silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28 (5): 620–631.
- Li, H. Y., Xu, L., Liu, W. J., Fang, M. Q., & Wang, N. 2014. Assessment of the nutritive value of whole corn stover and its morphological fractions. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(2), 194–200. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13446>
- Li, J., Shen, Y., and Cai, Y. 2010. Improvement of Fermentation Quality of Rice Straw Silage by Application of a Bacterial Inoculant and Glucose. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23(7):901-906. DOI: 10.5713/ajas.2010.90403
- Liang MK et al, 2015. The Appendix in Schwartz's Principles of Surgery, 10th ed, Mc Graw Hill education, New York, United Stated, 1241-59
- Little, D. A., 1986. The mineral content of ruminant feed and the potential for mineral supplementation in South East Asia with particular reference to Indonesia. In. R. M. Dixon Ed. IDP, Canberra.
- Liu, J.X., and Orskov, E.R. 2000. Cellulase treatment of untreated and steam pre-treated rice straw effect on in vitro fermentation characteristics. *Animal Feed Science and Technology* 88: 189- 200.
- Marlina dan Askar. 2004. Komposisi Kimia beberapa Bahan Limbah Pertanian Dan Industri Pengolahan Hasil Pertanian. Prosiding Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian.
- Marsden, W.L., and Gray, P.P. 1986. Enzymatic Hydrolysis of Cellulases in Lignocellulosic. Material. *CRC. Critical Rev. in Biotechnol.* 3 (3): 235-276.
- Mastika, 1991. Potensi Limbah Pertanian dan Industri Pertanian serta Pemanfaatannya untuk Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Udayana. Denpasar.
- McCutcheon, J. and D, Samples. 2002. Grazing Corn Residues. Extension Fact Sheet Ohio State University Extension. US. ANR 10-02
- Miskiyah, I. Mulyawati dan W. Haliza. 2006. *Pemanfaatan ampas kelapa limbah pengolahan minyak kelapa murni menjadi pakan*. Prosiding. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor. p. 881-883

- Mirni, L., Puspaningsih, N.N.T., Chusniati, S. 2006. Penggunaan bakteri xilanolitik asal rumen sebagai inokulum pada jerami padi sebagai upaya peningkatan mutu pakan ternak ruminansia. Lembaga Penelitian. Universitas Airlangga, Surabaya. p. 19-25.
- Mirni, L., Nugroho, T.P., Chusniati, S., dan Rochiman, K. 2011. Eksplorasi Bakteri Selulolitik Asal Cairan Rumen Sapi Potong sebagai Bahan Inokulum Limbah Pertanian. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Hewan*, 4 (1): 37-42
- Mustabi, J., Ngitung, R., Islamiyati, R., Akhirany, N., Natsir, A., Jusoff, K., Ismartoyo, Kuswinanti, T., and Rinduwati. 2013. Rice Straw Fermented with White Rot Fungi as an Alternative to Elephant Grass in Goat Feeds. *Global Veterinaria* 10 (6): 697-701.
- Nell AJ, Rollinson DHL, (1976). The requirement and availability of livestock feed in Indonesia. UNPD/FAO, Washington D. C.
- North, M.O and D.D. Bell. 2002. *Commercial Chicken Production Manual*. 2ndEd. National Academy of Science.
- Noziere, P., B. Graulet, A. Lucas, B. Martin, P. Grolier and M. Doreau. 2006. Carotenoid for ruminants: From forages to dairy products. *Anim. Feed Sci.Tech.* 131: 418-450.
- Nulik, J., D. Kanahau dan E.Y. Hosang. 2006. Peluang dan prospek integrasi jagung dan ternak di Nusa Tenggara Timur. Pros. Lokakarya Nasional Jejaring Pengembangan Sistem Integrasi Jagung-Sapi. Pontianak, 9-10 Agustus 2006. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 253-260.
- Ojeda-Delgado, K., Garca-Giraldo, M., & Avila-Medina, M. A. 2018. Pretreatment of corn stover fractions using urea for the obtention of fermentable sugars. *Indian Journal of Science and Technology*, 11 (23): 1-7.
- Paath, R. H., Kaligis, D. A., & Kaunang, C. L. (2012). Produksi dan kualitas jerami jagung sebagai pakan ternak sapi di Kabupaten Minahasa Selatan. *Eugenia*, 18(1), 29-34.
- Pamungkas, D., E. Romjalil dan Y.N. Anggraeny. 2006. Peningkatan mutu biomas jagung menunjang penyediaan pakan sapi potong sepanjang tahun. Pros. Lokakarya Nasional Jejaring Pengembangan Sistem Integrasi Jagung-Sapi. Pontianak, 9-10 Agustus 2006. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 142-148.
- Panjaitan, I., A. Sofiana dan Y. Priabudiman. 2012. Suplementasi tepung jangkrik sebagai sumber protein pengaruhnya terhadap kinerja burung puyuh. *J. Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan* 15 (1): 8-14

- Parakkasi, A. 1999. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Pasaribu, T. 2010. Evaluasi fisikokimia bungkil inti sawit terfermentasi oleh koktail mikroba. (Tesis). Institut Pertanian Bogor.
- Polyorach, S., and Wanapat, M. 2015. Improving the quality of rice straw by urea and calcium hydroxide on rumen ecology, microbial protein synthesis in beef cattle. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 99: 449-456.
- Prasetyo, A., T. Herawati dan Muryanto, 2006. Produksi dan Kualitas Limbah Pertanian Sebagai Pakan Substitusi Ternak Ruminansia Kecil di Kabupaten Brebes. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Ungaran. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- Preston, R. L. 2006. Feed Composition Tables. http://beefmag.com/mag/beef_feed_composition.
- Preston, T.R., and Leng, R.A. 1987. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. Penambur Books: Armidale, Australia.
- Ramos, B. M. O., M. Champion, C. Poncet, I. Y. Mizubuti and P. Noziere. 2009. Effect of vitreousness and particle size of maize grain on ruminal intestinal in sacco degradation of dry matter, starch and nitrogen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 148: 253-266.
- Ranjhan. S. K. 1980. Animal Nutrition in Tropics, 2nd Revised Edition. Vicas Publishing House PVT. Ltd, New Delhi.
- Rasyaf, M. 2011. *Beternak Ayam Kampung*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Reddy, N., and Yang Y. 2006. Properties of High-Quality Long Natural Cellulose Fibers from Rice Straw. *J. Agric. Food Chem.*, 54 (21): 8077- 8081
- Reksohardiprodja. 1998. *Pakan ternak gembala*. Cetakan pertama.
- Resnawati H. 2004. Bobot Potong Karkas, Lemak Abdomen Daging Dada Ayam Pedaging yang Diberi Ransum Menggunakan Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*). Balai Penelitian Ternak Bogor.
- Rodrigues, M.A.M., Pinto, P., Bezerra, R.M.F., Dias, A.A., Guedes, C.V.M., Gardoso, V.M.G.W., Colaco, L.M.M. J., and Sequeira, C.A. 2008. Effect of enzyme extracts isolated from white-rot fungi on chemical composition and in vitro digestibility of wheat straw. *Animal Feed Science and Technology* 141(3-4): 326-338. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.06.015>
- Rohaeni, E.S., N. Amali dan A. Subhan. 2006. Janggal jagung fermentasi sebagai pakan alternatif untuk ternak sapi pada

- musim kemarau. Pross. Lokakarya Nasional Jejaring Pengembangan Sistem integrasi Jagung-Sapi. Pontianak. 9–10 Agustus 2006. Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm. 193–196.
- Saeed, A. (2017). Effect of chop length and level of dry matter on fermentation and nutritive value of ensiled corn stover. *Journal of Kerbala for Agricultural Sciences*, 4, 1–17.
- Saha, B. C., Qureshi, N., Kennedy, G. J., & Cotta, M. A. 2016. Biological pretreatment of corn stover with white-rot fungus for improved enzymatic hydrolysis. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 109: 29–35.
- Sams, A.R. 2001. *Poultry Meat Processing*. CRC Press, Boca.
- Sanz, M., A. Flores, and C. J. Lopez-Bote. 2000, The Metabolic use of energy from dietary fat in broilers fed on saturated fats than in those fed on unsaturated fats. *Br. Poultry Sci.* 40 (1): 95–101
- Saratale, G.D., Chen, S.D., Lo, Y.C., Saratale, R.G., and Chang, J.S. 2008. Outlook of biohydrogen production from lignocellulosic feedstock using dark fermentation-a review. *J. Sci. Ind. Res.* 67: 962-979.
- Sarnklong, C., Cone, J. W., Pellikaan, W., and Hendriks. W. H. 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.
- Seglar, B. 2003. "Fermentation analysis and silage quality testing." In *Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference*. 119 - 136, University of Minnesota.
- Selim, A.S.M., Pan, J., Takano, T., Suzuki, T., Koike, S., Kobayashi, Y. and Tanaka, K. 2004. Effect of ammonia treatment on physical strength of rice straw, distribution of straw particles and particle-associated bacteria in sheep rumen. *Animal Feed Science and Technology* 115: 117-128.
- Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 2006. Potensi Bahan Pakan Inkonvensional Asal Limbah Pertanian dan Perkebunan Di Beberapa Kabupaten di Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. ISSN/ISBN: ISBN 978-979-8308-63-5
- Shahin, K. A. dan F. A. Elazeem. 2005. Effects of breed, sex and diet and their interactions on carcass composition and tissue weight distribution of broiler chickens. *Arch Tierz Dummerstorf* 48: 612-626.
- Shanks BC, Wolf DM, Maddock RJ. 2002. Technical note: The effect of freezing on Warner Bratzler shear force values of beef longissimus steak across several postmortem aging periods. *J. Anim.Sci.* 80: 2122–2125.

- Shen, H. S., Ni, D. B., and Sundstøl, F. 1998. Studies on untreated and urea-treated rice straw from three cultivation seasons: 1. Physical and chemical measurements in straw and straw fractions. *Anim. Feed Sci. Technol.* 73 (3-4):243- 261. [http://doi.org/10.1016/S0377-8401\(98\)00157-6](http://doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00157-6)
- Simanihuruk, K. dan J. Sirait. 2010. *Silase Kulit Buah Kopi Sebagai Pakan Dasar pada Kambing Boerka Sedang Tumbuh*. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Loka Penelitian Kambing Potong. Sumatra Utara
- Soares, D., Irfan H. D., dan Muhamad., H., N. 2017. Pengaruh Jenis Inokulum *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* dan lama fermentasi Terhadap Komposisi Nutrisi Ampas Putak (*Corypha gabanga*). Fakultas Peternakan, Program Studi Magister Ilmu Ternak. Universitas Brawidjaya. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 28 (1): 90-95.
- Soejono, M., 1996. Perubahan Struktur Jaringan Jerami Padi Akibat Perlakuan Amoniasi Urea Diamati Dengan Mikroskop Elektron Skening. *Buletin Peternakan* Vol. 20 (2): 134-144.
- Soenarjo, E., Damardjati, D.S., dan Syam. M. 1991. Padi Buku 3 . Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor
- Soeparno. 2009. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Cetakan Kelima. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soepranianondo, K., Nazar, D. S., dan Handiyatno, D. 2007. Potensi Jerami Padi yang Diamoniasi dan Difermentasi Menggunakan Bakteri Selulolitik terhadap Konsumsi Bahan Kering, Kenaikan Berat Badan dan Konversi Pakan Domba. *Media Kedokteran Hewan.* 23 (3): 202-205.
- Soerawidjaja, T.H. 2009. Kimia Ringkas dan Sumber Sumber Potensial Bahan Nabati, Slide Kuliah Teknologi Kemurgi, Institut Teknologi Bandung, 30.
- Souza XR, Faria PB, Bressan MC. 2011. Proximate composition and meat quality of broiler reared under different production systems. *Brazilian Journal of Poultry Science* 13 (1): 15-20
- Stanbury, P.F., and Whitaker, A. 1984. *Principle of Fermentation Technology*. Pergamon Press Ltd, England.
- Sudana, 1994. "Straw Basal Diet for Growing Lambs" (A Thesis Submitted to the Degree of Master of Science). The Department of Biochemistry and Nutrition, the University of New England, Armidale, N. S. W., 23451, Australia
- Sudirman dan Imran. 2007. *Kerbau Sumbawa: sebagai konverter sejati pakan berserat*. Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau

- Mendukung Program Kecukupan Daging Sapi. Fakultas Peternakan Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat.
- Sufi I., Rosyidi, Dj. And Djunaidi, I.H. 2015. Effect of use rice bran fermentation with rumen fluid in feed on quantity of chemical meat broiler. Animal Husbandry Faculty, University of Brawijaya, Malang
- Sulistiawan, I.H. 2015. Perbaikan kualitas Ayam Broiler Melalui Fermentasi Dua Tahap Menggunakan *Trichoderma reesei* & *Sacharomices cereviceae*. *Agripet* 15 (1): 66-71
- Sun, Y. A. J. C. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic material for ethanol production. *Bioresource Technology*, 83 (1): 1 - 11.
- Suryadi, Darlis, Suhessy dan M. Afdal. 2017. Fermentasi Jerami Jagung Menggunakan Kapang *Trichoderma harzianum* Ditinjau dari Karakteristik Degradasi. *Jurnal Karya Abdi Masyarakat*. LPPM Universitas Jambi. P: 43-49
- Talebnia, F., Karakashev, D., & Angelidaki, I. 2010. Production of bioethanol from wheat straw: An overview on pretreatment, hydrolysis and fermentation. *Bioresource Technology*, 101 (13): 4744-4753.
- Tangendjaja, B dan E. Wina. 2006. Limbah Tanaman dan Produk Samping Industri Jagung untuk Pakan. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Tangendjaya, B., S. Rachmawati and E. Wina. 2008. Origins and factors associated with micotoxins level in corn used as animal feed in Indonesia.
- Tillman, A. D., H. Hartadi., S. Reksohadiprodjo., S. Prawirokusumo., dan S. Lebdosoekoyo. 2005. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Tribak, M., J.A. Ocampo, I. Garcia-Romera. 2002. Production of xyloglucanolytic enzymes by *Trichoderma viridae*, *Paecilomycesfannosus*, *Wardomyces inflatus*, and *Pleurotus ostreatus*. *Mycologia*. 3: 404-410
- Trung, T.S., C. Tabuc, S. Bailly, A. Querin, P. Guerre and J.D. Bailly. 2008. Fungal mycoflora and contamination of maize from Vietnam with AFL B1 and fumonisin B1. *World. Myco. J.* 1: 87-94.
- Van Soest, P. 2006. Rice Straw, the Role of Silica and Treatments to Improve Quality. *Animal Feed Science and Technology*, 130 (1-4): 137 - 171.
- Wahyu, J. 2004. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Cetakan ke lima. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wang, F.-Q., Xie, H., Chen, W., Wang, E.- T., Du, F.-G., dan Song, A.-D. 2013. Biological pretreatment of corn stover with

- ligninolytic enzyme for high efficient enzymatic hydrolysis. *Bioresource Technology*, 144: 572- 578.
- Wahju, J. 2004. Ilmu Nutrisi Unggas. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wardhani, N. K. dan A. Musofie. 1990. Pengaruh suplementasi daun gamal dan dedak padi terhadap konsumsi ransum dan berat badan sapi madura yang mendapat pakan dasar jerami jagung. *Jurnal Ilmiah Penelitian Ternak*. 1: 1 - 5.
- Warisno. 1998. Budidaya Jagung Hibrida. Yogyakarta: Kanisius.
- Widyawati, 2005. Penampilan Sapi Bali Penggemukan yang Diberi Ransum Berbasis Jerami Padi dengan Amoniasik Urea, Fermentasi Starbio dan Trichoderma Viridae, Ilmu Ternak Fak. Peternakan. Unud.
- Widyawati, N. 2009. Permeabilitas dan Perkecambahan Benih Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.). *Jurnal Agronomi Indonesia* 37 (2): 152-158
- Wilson, C.B., G.E. Erickson, T.J. Klopfenstein, R.J. Rasby, D.C. Adams dan G. Rush. 2004. *Review of Corn Stalk Grazing on Animal Performans and Crops Yield*. Nebraska Beef Cattle Report. pp. 13-15
- Winarno F.G. Srikandi Fardiaz, dan Dedi Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia. Jakarta.
- Winedar., Hanifiasti, Shanti Listyawati and Sutarno, 2004. Daya Cerna Protein Pakan, Kandungan Protein Daging dan Pertambahan Berat Badan Ayam Broiler Setelah Pemberian Pakan Yang Difermentasi dengan Effective Microorganisms-4 (EM-4). *Bioteknologi* 3. (1): 14-19
- Woelfel R. L., Owens C.M., Hirschler E. M., Martinez-Dawson R., Sams A.R., 2002. The characterization and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in a commercial processing plant, *Poult. Sci.*, 2002, 81: 579-584
- Xiong, X. Q., Liao, H. D., Ma, J. S., Liu, X. M., Zhang, L. Y., Shi, X. W., Yang, X. L., Lu, X. N., and Zhu, Y. H. 2013. Isolation of a rice endophytic bacterium, *Pantoea* sp. Sd-1, with ligninolytic activity and characterization of its rice straw degradation ability. *Letters in Applied Microbiology* 58 (2): 123-129.
- Xu, C., Ma, F., Zhang, X., & Chen, S. 2010. Biological pretreatment of corn stover by *irpex lacteus* for enzymatic hydrolysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (20): 10893-10898
- Yanti H, Hidayati, Elfawati. 2008. Kualitas Daging sapi dengan kemasan plastik PE (polyethylen) dan plasti PP (polypropylen) Di pasar Arengka kota Pekanbaru. *Jurnal Peternakan*. 5 (1): 22 - 27

- Yanuarianto, O., M. Amin, M. Iqbal, S. D. Hasan. 2015. Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Jerami Padi yang Difermentasi dengan Kombinasi Kapur Tohor, *Bacillus s.*, dan Air Kelapa pada Waktu yang Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*. 1 (1): 47-52
- Zainuddin, D. dan Murtisari, T. 1995. *Penggunaan limbah agro-industri buah kopi (kulit buah kopi) dalam ransum ayam pedaging*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Komunikasi dan Penyaluran Hasil Penelitian. Sub Balai Penelitian Klepu, Puslitbang Peternakan, Bogor. hlm.71-78.
- Zakaria, Y., Novita, C. I., dan Samadi. 2013. Efektivitas Fermentasi dengan Sumber Substrat yang Berbeda Terhadap Kualitas Jerami Padi. *Agripet* 13 (1): 22-25.
- Zhao, H, Yu, H., Yuan, X., Piao, R., Li, H., Wang, X., and Cui, Z. 2014. Degradation of Lignocelluloses in Rice Straw by BMC-9, a Composite Microbial System. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 24 (5): 585-591.
- Zhou X, Hua X, Huang L, Xu Y. 2019. Bio-Utilization of Cheese Manufacturing Wastes (Cheese Whey Powder) for Bioethanol and Specific Product (Galactonic Acid) Production Via a Two-Step Bioprocess. *Bioresource Technology*. 272: 70-76.
- Zhuo, S., Yan, X., Liu, D., Si, M., Zhang, K., Liu, M., Peng, B., & Shi, Y. (2018). Use of bacteria for improving the lignocellulose biorefinery process: importance of pre-erosion. *Biotechnology for Biofuels*, 11 (1): 146.
- Zugenmaier, P. 2008. *Cristalline Cellulose and Derivatives*. Heidelberg: Springer-Verlag. Hal. 2, 7-8
- Van, S. P. (1982). *Nutritional Ecology of Ruminant: Ruminant Metabolism, Nutritional Strategies, The Cellulolytic Fermentation and The Chemistry of Forages and Plant Fibers* (6th ed.). Cornell University Press.
- Zhou, Ouyang, Zhang, Wei, Tang, Ma, Tan, Zhu, Teklebrhan, & Han. (2019). Sweet corn stalk treated with *saccharomyces cerevisiae* alone or in combination with *lactobacillus plantarum*: nutritional composition, fermentation traits and aerobic stability. *Animals*, 9 (598): 1-14. <https://doi.org/10.3390/ani9090598>

Tentang Penulis

Ir. Ellen J. Saleh, M.P. Lahir di Gorontalo pada tanggal 09 Januari 1969. Lulus S-1 dari Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT), Manado tahun 1992, lulus S-2 Ilmu Ternak di Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta tahun 2000. Bekerja



sebagai staf pengajar pada Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Negeri Gorontalo (UNG) mulai tahun 1994 sampai sekarang dalam bidang produksi ternak unggas.



Prof. Dr. Sc.Agr. Ir. Suyadi, MS., IPU., ASEAN Eng. Tahun 1986 menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Produksi Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang. Tahun 1992 menyelesaikan studi Magister di Universitas

Airlangga Surabaya dan pada tahun 1996 di University of Goettingen, Jerman. Tahun 1999 Doktoral pada University of Goettingen, Jerman. Tahun 2003 Post Doktoral University Halle Jerman. Tahun 2018 mengikuti Program Profesi Insinyur di Fakultas Peternakan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, Insinyur Profesional Utama (IPU) PII Jakarta, dan tahun 2019 Asean Engineering Regiseter Jakarta.

Dr. Ir. Irfan H. Djunaidi, M.Sc., IPM., ASEAN Eng. Lahir di Jawa Timur pada tanggal 27 Juni 1965. Lulus S-1 dari Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 1989, lulus S-2 Master of Science (Tropical and Animal Production) Wageningen Agriculture University (WAU), Netherland tahun 1993, lulus S-3 Ilmu



Ternak Universitas Gadjah Mada (UGM) tahun 2010. Bekerja sebagai staf pengajar pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya (UB) dengan bidang kepakaran Nutrisi Unggas, Feed Technology for Non Ruminansia, Feed Formulation.



Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc., M.Sc., PhD.

lahir di Bojonegoro, 2 Oktober 1963. Menyelesaikan study S1 di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang pada tahun 1987. Mendapatkan kesempatan melanjutkan studi S2 di Massey University of New Zealand dan lulus pada tahun 1994. Memperdalam fisiologi nutrisi ternak dengan menempuh S2 di Shinsu University, Japan dan lulus pada tahun 2001, dan melanjutkan ke jenjang S3 di Gifu University, Japan dan lulus pada tahun 2004. Mendapatkan kesempatan untuk Program Academic Recharging (PAR) dari Dikti tahun 2009 ke University of Perugia, Italy dan Louis Bolk Institute, the Netherlands selama 3 bulan.

Jerami Jagung

Pemanfaatannya sebagai Bahan Pakan
Ayam Kampung Persilangan

Buku ini disusun untuk memberi gambaran tentang limbah hasil pertanian jerami jagung. Jerami jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak unggas. Kandungan nutrisi jerami jagung dapat dijadikan acuan petani ternak dalam meramu pakan unggas khususnya pakan ayam kampung persilangan.

Pada akhirnya, bahan pakan ternak yang berasal dari jerami jagung fermentasi dapat memberikan manfaat berupa penghematan biaya pakan yang dikeluarkan. Manfaat lainnya adalah adanya harapan untuk meningkatkan produktivitas ayam kampung persilangan sehingga dapat mendatangkan keuntungan secara ekonomis.



ideas
PUBLISHING

Alamat: Jalan Ir. Joesoef Dalie, No. 110 Kota Gorontalo 96128
Pos-el: infoideaspublishing@gmail.com
Website: www.ideaspublishing.co.id

ISBN 978-623-234-212-5

