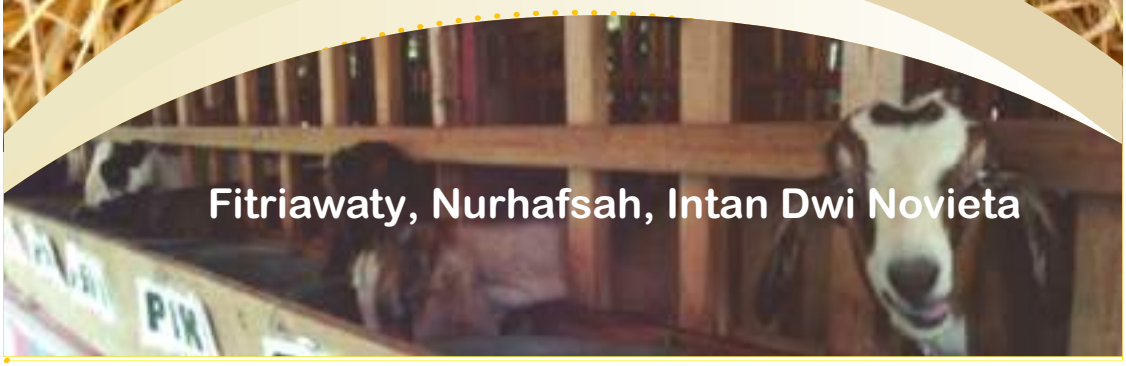


SILASE PAKAN LENGKAP JERAMI PADI DAN MURBEI SEBAGAI PAKAN KAMBING



Fitriawaty, Nurhafsah, Intan Dwi Novieta



**SILASE PAKAN LENGKAP
JERAMI PADI DAN MURBEI
SEBAGAI PAKAN KAMBING**



Diterbitkan pertama pada 2023 oleh Penerbit BRIN.

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution Non-commercial Share Alike 4.0 International license (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC-BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

SILASE PAKAN LENGKAP JERAMI PADI DAN MURBEI SEBAGAI PAKAN KAMBING

Fitriawaty

Nurhafsah

Intan Dwi Novieta



Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2023 Fitriawaty, Nurhafsah, & Intan Dwi Novieta

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Murbei sebagai Pakan Kambing/Fitriawaty,
Nurhafsah, Intan Dwi Novieta–Jakarta: Penerbit BRIN, 2023.

xvi + 84 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-623-8052-79-0 (*e-book*)

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Pakan Ternak | 2. Silase |
| 3. Hewan Ruminansia | 4. Pakan Lengkap |

633.2

Copy editor : Sarah Fairuz
Proofreader : Apriwi Zulfitri dan Noviaastuti Putri Indrasari
Penata Isi : S. Imam Setyawan
Desainer Sampul : S. Imam Setyawan

Cetakan pertama: Juni 2023

Diterbitkan oleh:



Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340

E-mail: penerbit@brin.go.id

Website: penerbit.brin.go.id



PenerbitBRIN

Penerbit_BRIN

penerbit_brin

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daftar Isi

Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel.....	ix
Pengantar Penerbit.....	xi
Kata Pengantar	xiii
Prakata	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Dukungan Pakan dalam Pengembangan Peternakan.....	1
B. Teknologi Pakan Lengkap	3
BAB II SILASE.....	7
A. Pengertian Silase.....	7
B. Prinsip Dasar Pembuatan Silase.....	9
C. Kualitas Silase	12
D. Tipe-Tipe Silo dalam Pembuatan Silase.....	15
BAB III KEBUTUHAN NUTRISI KAMBING YANG MENDUKUNG PRODUKTIVITASNYA	21
A. Gambaran Umum Kambing di Indonesia	21
B. Populasi dan Pengembangan Ternak Kambing di Wilayah Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat.....	23

C. Nutrisi Penting pada Kambing	27
BAB IV SILASE PAKAN LENGKAP JERAMI PADI DAN BIOMASSA MURBEI	33
A. Jerami Padi	33
B. Tanaman Murbei	39
C. Proses Pembuatan Silase Pakan Lengkap Jerami dan Biomassa Murbei	43
D. Kualitas Fisik Silase Pakan Lengkap Jerami dan Biomassa Murbei	48
E. Kualitas Nutrisi Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei	50
F. Respons Kambing Terhadap Silase Pakan Lengkap	53
BAB V MENDUKUNG PENGEMBANGAN KAMBING DENGAN TEKNOLOGI SILASE PAKAN LENGKAP	57
Daftar Pustaka	59
Glosarium	73
Indeks	81
Tentang Penulis	83

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Silo Parit (<i>trench silo</i>).....	16
Gambar 2.2 Silo <i>Bunker</i>	17
Gambar 2.3 Silo <i>Stuck</i>	18
Gambar 2.4 Silo Vertikal/Tower/Menara.....	19
Gambar 2.5 Silo Kantong Plastik dan Drum.....	20
Gambar 3.1 Populasi Kambing di Provinsi Sulawesi Selatan dan Provinsi Sulawesi Barat Tahun 2017–2021	23
Gambar 3.2 Kambing yang dikandangkan di kolong rumah dipelihara secara semiintensif.	25
Gambar 3.3 Kambing digembalakan di siang hari.	26
Gambar 4.1 Jerami Padi.....	37
Gambar 4.2 Tanaman Murbei (<i>Morus sp.</i>).....	43
Gambar 4.3 Panen Tanaman Murbei dan Jerami Padi yang Telah Dicacah.....	45
Gambar 4.4 Proses Pembuatan Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei	46
Gambar 4.5 Silase yang Sedang Difermentasi	47
Gambar 4.6 Silase yang Sedang Difermentasi	47
Gambar 4.7 Silase yang Sedang Difermentasi	48
Gambar 4.8 Uji In Vivo pada Kambing Peranakan Ettawa	54

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Kriteria Kualitas Silase.....	13
Tabel 3.1	Sebaran Populasi Kambing di Wilayah Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat (ekor).....	24
Tabel 3.2	Kebutuhan nutrisi ternak kambing berdasarkan berat badan dan fase pemeliharaannya.	28
Tabel 3.3	Kebutuhan Makromineral dan Mikromineral dalam Pakan Kambing.....	30
Tabel 4.1	Produksi Jerami Padi di Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat (BKC Ton/Tahun).....	34
Tabel 4.2	Kandungan Nutrisi Jerami Padi pada Umumnya, Jerami Padi Beberapa Varietas Berbeda, Jerami dengan Perlakuan Fermentasi, dan Amoniasi.....	36
Tabel 4.3	Kandungan Nutrisi pada Daun Murbei	42
Tabel 4.4	Formula dan Kandungan Nutris Molases ⁺	44
Tabel 4.5	Formula Konsentrat	44
Tabel 4.6	Formula Jerami Padi ⁺	45
Tabel 4.7	Formulasi Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei	46

Tabel 4.8	Kualitas Fisik Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei.....	48
Tabel 4.9	Kandungan Nutrisi Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei.....	50
Tabel 4.10	Kandungan Komponen Serat pada Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei.....	52
Tabel 4.11	Tingkat Konsumsi Kambing Terhadap Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei.....	53
Tabel 4.12	Tingkat Kecernaan Kambing Terhadap Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei.....	54

Pengantar Penerbit

Sebagai penerbit ilmiah, Penerbit BRIN mempunyai tanggung jawab untuk terus berupaya menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas Penerbit BRIN untuk turut serta membangun sumber daya manusia unggul dan mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku ini berisi langkah-langkah praktis pengolahan limbah jerami sebagai pakan kambing dengan memanfaatkan tanaman murbei sebagai sumber protein dengan dukungan teknologi silase. Dasar pengetahuan mengenai kebutuhan nutrisi, teknik pembuatan silase pakan, kualitas fisik dan kandungan nutrisi dari silase yang dihasilkan, serta konsumsi dan pencernaan pakan menjadi bagian penting yang juga dijabarkan. Ketersediaan pakan yang bersumber dari sumber daya lokal merupakan salah satu usaha mewujudkan kemandirian pakan di tengah gempuran kenaikan harga konsentrat sehingga mampu berkontribusi untuk mendukung pengembangan peternakan di Indonesia.

Dengan bahasa yang cukup mudah dipahami, semoga buku ini dapat diaplikasikan di lapangan oleh penyuluh dan peternak kambing. Selain itu, buku ini dapat menjadi salah satu referensi teknologi pakan terutama atas kemanfaatan limbah pertanian yang melimpah yaitu

jerami padi dan tanaman lokal murbei sebagai sumber pakan yang mampu memenuhi kecukupan nutrisi ternak kambing. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

Penerbit BRIN

Kata Pengantar

Pulau Sulawesi merupakan salah satu pulau yang diharapkan pemerintah menjadi penyangga Ibu Kota Negara baru yang bertempat di Kalimantan Timur. Sektor yang sangat penting untuk dipersiapkan adalah sektor yang berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat salah satunya sektor peternakan. Produk peternakan merupakan komoditas strategis nasional yang terus dijaga ketersediaannya di masyarakat dan memiliki peran penting dalam pemenuhan gizi masyarakat. Selain itu, sektor peternakan juga berperan dalam peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat.

Dalam usaha peternakan, pakan memegang peran penting dalam input produksi dengan biaya cukup besar. Untuk menekan biaya pakan dibutuhkan inovasi dan teknologi pengolahan pakan yang berbasis limbah pertanian dan bahan pakan lokal. Jerami padi merupakan biomassa pertanian yang melimpah pada musim panen dan pemanfaatannya sebagai pakan ternak belum optimal.

Pemanfaatan jerami padi sebagai pakan ternak membutuhkan teknologi pengolahan pakan yang tepat mengingat nilai nutrisinya yang rendah sehingga belum mampu memenuhi kebutuhan nutrisi bagi ternak. Silase merupakan salah satu teknologi pengolahan pakan yang dapat mengolah jerami padi menjadi pakan yang berkualitas, namun perlu dikombinasikan dengan biomassa tanaman murbei agar mampu memenuhi kebutuhan nutrisi ternak.

Buku ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis terkait silase pakan lengkap dengan bahan dasar jerami padi dan biomassa murbei pada ternak kambing. Buku ini berisi tentang pengolahan limbah jerami dengan memanfaatkan tanaman murbei sebagai sumber protein dalam pakan dengan memanfaatkan teknologi silase. Bagian pertama buku ini menjelaskan peranan pakan dalam pengembangan peternakan sehingga limbah sebagai pakan memiliki peran dalam mewujudkan kemandirian pakan di masyarakat. Kemudian di bab-bab berikutnya menjelaskan teknologi silase, kebutuhan nutrisi ternak kambing dan teknik pembuatan silase pakan lengkap untuk ternak kambing, kualitas fisik dan kandungan nutrisi dari silase serta konsumsi dan pencernaan pakan yang diketahui melalui penelitian *in vivo* pada kambing.

Informasi yang disajikan dalam buku ini mudah dipahami oleh masyarakat sehingga dapat diaplikasikan dengan mudah di lapangan. Selain itu, buku ini juga dapat menjadi sumber informasi atau referensi terkait teknologi pakan bagi penyuluh, pelajar, dan mahasiswa peternakan.

Kepala BPTP Sulawesi Barat
Dr. Ir. Nurdiah Husnah, M.Si.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Prakata

Kemandirian pakan sangat penting dalam mendukung pembangunan peternakan di Indonesia. Kemandirian pakan dapat diwujudkan dengan dukungan sumber daya hayati yang tersedia di lingkungan sekitar peternak. Salah satunya jerami padi yang merupakan limbah pertanian yang melimpah pada saat musim panen. Selain itu, tanaman lokal juga memberi kontribusi dukungan terhadap kemandirian pakan. Tanaman murbei merupakan tanaman yang telah lama dikenal oleh masyarakat Indonesia. Murbei merupakan pakan ulat sutra. Namun, beberapa waktu yang lalu usaha peternakan ulat sutra mengalami kemunduran. Sementara itu, kebun-kebun tanaman murbei masih dipertahankan oleh masyarakat dan dijadikan pakan ternak ruminansia (sapi dan kambing), utamanya masyarakat di Kabupaten Enrekang, Provinsi Sulawesi Selatan.

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan ternak membutuhkan dukungan teknologi pengolahan pakan. Buku ini berisikan informasi teknologi pakan khususnya silase pakan lengkap dengan bahan utama jerami padi yang dikombinasikan dengan biomassa tanaman murbei. Tanaman ini dapat menyubstitusikan konsentrat dalam ransum yang mana pakan tersebut dapat diberikan kepada kambing maupun pada ruminansia lainnya.

Bagi peternak ataupun pembaca yang ingin mengoptimalkan pemanfaatan jerami padi sebagai pakan kambing dapat mengikuti langkah-langkah praktis yang disajikan dalam buku ini. Penulis mengharapkan buku ini mampu menambah wawasan pembaca tentang teknologi silase pakan lengkap sehingga dapat memanfaatkan sumber daya pakan lokal secara maksimal. Informasi teknis tentang silase, pemanfaatan jerami padi, dan keunggulan tanaman murbei yang dimanfaatkan sebagai pakan dapat diperoleh dari buku ini. Besar harapan penulis, buku ini dapat memberi dukungan langsung maupun tidak langsung terhadap pengembangan peternakan kambing di Indonesia dengan mewujudkan kemandirian pakan berbasis bahan pakan lokal.

Buku ini disusun berdasarkan kegiatan penelitian yang dilaksanakan pada tahun 2014 hingga 2015, kegiatan penelitian ini tidak berlangsung singkat dan melewati banyak tantangan. Diharapkan buku ini mampu memberikan informasi kepada pembaca, petani, peternak, penyuluh, pelajar/mahasiswa, maupun masyarakat umum yang membutuhkan informasi terkait teknologi pengolahan pakan khususnya pakan inkonvensional (jerami padi) dan tanaman lokal (murbei).

Ucapan terima kasih tak terhingga penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Ir. Syahriani Syahrir, M.Si. atas bimbingannya selama kegiatan penelitian dan telah melibatkan penulis dalam kegiatan penelitiannya, bimbingan dan arahan juga tak pernah putus kepada penulis hingga saat ini.

Mamuju, Oktober 2021

Penulis

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BAB I

PENDAHULUAN

Salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia adalah mewujudkan ketahanan pangan yang mandiri dan modern dengan mendorong peningkatan swasembada karbohidrat dan protein. Subsektor peternakan memberi peran dalam mewujudkan swasembada protein, peningkatan status gizi masyarakat, dan peran serta dalam memberi dukungan terhadap perekonomian Indonesia. Permintaan dan konsumsi produk peternakan terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kesadaran masyarakat akan pentingnya nilai gizi makanan sehingga pengembangan peternakan terus diupayakan oleh pemerintah dan masyarakat. Pakan memegang peran penting dalam mendukung pengembangan peternakan. Berikut diuraikan peran penting dukungan pakan dalam pengembangan peternakan.

A. Dukungan Pakan dalam Pengembangan Peternakan

Dewasa ini pembangunan subsektor peternakan di Indonesia terus digalakkan. Hal tersebut bertujuan untuk membangun peternakan yang tangguh dan mampu menunjang kesejahteraan peternak serta mendorong pertumbuhan sektor terkait. Pembangunan peternakan tidak dapat diabaikan karena subsektor ini memiliki peran strategis dalam pemenuhan kebutuhan pangan dan gizi masyarakat, utamanya

pangan sumber hewani. Peternakan memiliki prospek yang baik di masa mendatang sebab permintaan produk asal hewani (ternak) terus mengalami peningkatan seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, peningkatan pendapatan masyarakat, serta peningkatan kesadaran akan pentingnya mengonsumsi pangan dengan nilai gizi yang tinggi. Hal tersebut merupakan dampak positif dari peningkatan kualitas pendidikan masyarakat (Santoso, 2006).

Beberapa permasalahan yang ditemui pada pertumbuhan subsektor peternakan, di antaranya ketersediaan pakan pada industri unggas masih bergantung pada impor. Lain halnya pada industri ruminansia (sapi dan kambing) yang mengandalkan usaha peternakan rakyat yang belum mampu memenuhi permintaan pasar yang terus mengalami peningkatan. Selain itu, industri pakan khusus ruminansia belum mendapatkan perhatian dengan baik. Infrastruktur yang terbatas pada perdagangan ternak hidup tanpa adanya pengendalian akan menjadi peluang dalam penyebaran penyakit dan tidak memberi jaminan pada keamanan dan kualitas produk (Yulia dkk., 2015).

Salah satu ternak ruminansia yang memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan adalah ternak kambing. Kambing potensial dikembangkan baik secara skala rumah tangga atau usaha skala kecil, maupun skala besar atau komersial (Sutama dkk., 2011). Selain itu, kambing memiliki potensi ekonomi dan kelebihan lainnya, yaitu tubuhnya relatif kecil sehingga tidak membutuhkan kandang yang besar, usia dewasa kelamin relatif cepat, pemeliharaannya mudah, tidak membutuhkan lahan yang luas dalam pemeliharaannya, investasi modal awal relatif kecil, dan pemasaran yang mudah sehingga memudahkan perputaran modal usaha (Maesya & Rusdiana, 2018).

Kunci keberhasilan usaha peternakan ruminansia salah satunya adalah kemandirian pakan hijauan yang berkualitas dan berkelanjutan. Beberapa faktor yang menjadi kendala dalam penyediaan hijauan yang berkesinambungan adalah faktor lingkungan dan pengalokasian lahan khusus hijauan pakan (Prihantoro dkk., 2018). Kemandirian pakan adalah modifikasi dari kemandirian pangan dengan salah satu indikator kemampuan dari suatu bangsa dan negara memproduksi

pakan yang beragam dari dalam negeri. Hal tersebut diharapkan mampu memberi jaminan pemenuhan kebutuhan pakan sampai pada peternak yang sifatnya perseorangan dengan memanfaatkan keragaman sumber daya (alam, manusia, ekonomi, dan sosial budaya/kearifan lokal) dengan bermartabat (Priyanti, 2022).

Hijauan merupakan pakan utama ternak ruminansia. Selain itu, kebutuhan pakannya pun dipenuhi melalui pemberian konsentrat, vitamin, dan suplemen yang mengandung mikro nutrisi yang sesuai dengan kebutuhannya. Pada umumnya peternakan rakyat di perdesaan memenuhi kebutuhan hijauan ternaknya dengan memanfaatkan rumput lapangan sebagai pengganti rumput unggul. Selain itu, juga memanfaatkan limbah pertanian di antaranya jerami padi, jerami sorgum, jerami jagung, jerami kedelai, pucuk tebu, daun singkong, dan daun ubi jalar. Limbah yang umumnya digunakan sebagai bahan baku konsentrat, yaitu dedak padi, bungkil kelapa, gaplek, bungkil sawit, dan lain-lain (Sitindaon, 2013).

Pemanfaatan limbah tanaman pangan sebagai pakan sumber serat merupakan dampak dari terbatasnya hijauan pakan, utamanya di musim kemarau atau musim paceklik. Limbah pertanian merupakan pakan sumber serat yang penting bagi ruminansia sehingga di beberapa daerah dengan keterbatasan hijauan menggunakan sistem integrasi tani ternak dalam pemenuhan kebutuhan pakan (Pangestu, 2003). Pemanfaatan limbah pertanian merupakan salah satu alternatif pemenuhan kebutuhan pakan dengan menggabungkan beberapa limbah pertanian, limbah pangan, dan perkebunan menjadi suatu pakan lengkap (*complete feed*) (Santoso dkk., 2019).

B. Teknologi Pakan Lengkap

Teknologi pakan lengkap ini adalah suatu metode pembuatan pakan dengan mencampurkan bahan pakan sumber serat dan sumber protein yang telah melalui proses perlakuan fisik dan suplementasi hingga homogen. Setelah itu dilakukan pengemasan dengan tujuan memberikan kemudahan dalam penyimpanan dan lebih efektif dalam pemberian pada ternak. Teknologi pakan lengkap ini diharapkan

mampu memenuhi kebutuhan nutrisi ternak dan peningkatan efisiensi usaha ternak yang dapat ditunjukkan dengan adanya pertambahan bobot badan yang optimal (Gustiani & Permadi, 2015).

Manfaat pakan lengkap terhadap kambing di antaranya sebagai berikut (Ginting, 2009).

1. Peningkatan densitas nutrisi pada pakan. Proses pengolahan bahan baku pakan yang telah melalui proses pengolahan fisik atau pencacahan dapat meningkatkan densitas pakan utamanya pada ternak kambing. Pada ternak kambing densitas nutrisi memengaruhi efisiensi pakan.
2. Memaksimalkan pemanfaatan bahan pakan inkonvensional. Pakan inkonvensional atau pakan dengan sumber daya limbah pertanian dan agroindustri memiliki keragaman jenis dan volume biomassa yang besar.
3. Optimalisasi rasio konsentrat/*roughage*. Efisiensi akan maksimal jika penggunaan pakan komplit dengan biomassa limbah pertanian dan agroindustri seimbang antara sumber serat dan sumber protein (konsentrat).

Pakan lengkap memberi beberapa keuntungan di antaranya meningkatkan palatabilitas pakan, meningkatkan konsumsi pakan dengan adanya pencampuran pakan sumber serat dengan konsentrat, meningkatkan efisiensi pakan, membatasi penggunaan konsentrat yang mahal, dan memudahkan ternak menjadi kenyang dengan adanya pencampuran pakan sumber serat dengan konsentrat (Yani, 2001).

Teknologi pakan lengkap dapat dipadukan dengan teknologi pengawetan hijauan pakan. Pengawetan hijauan pakan ini dapat dilakukan melalui metode *hay*, yaitu dengan teknik pengeringan baik dengan menggunakan sinar matahari maupun mesin pengering (*driyer*). Selanjutnya, melalui teknik amoniasi, yaitu memutuskan ikatan kompleks lignoselulosa dan *lignohemiselulosa* dengan menambahkan amonia dalam bahan menggunakan takaran yang direkomendasikan. Hal ini bertujuan memudahkan mikrob rumen mencerna

bahan pakan serta meningkatkan kandungan nitrogen pakan yang dapat mendukung pertumbuhan mikrob rumen. Hijauan pakan pun dapat diawetkan melalui teknik silase, yaitu hijauan pakan atau limbah pertanian yang masih segar diawetkan melalui proses fermentasi di dalam silo. Pengawetan hijauan pakan ini dapat memperpanjang daya simpan dan mempertahankan kandungan nutrisi pakan (Trisnadewi dkk., 2016).

Jerami padi merupakan limbah tanaman pangan yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan. Faktor pembatas pemberian jerami padi sebagai pakan pada ternak, yaitu kandungan nutrisi yang rendah bahkan tidak mencukupi kebutuhan hidup pokok ternak. Kandungan nutrisinya dibatasi oleh rendahnya daya cerna dan kandungan energi metabolisme, protein, mineral, dan vitamin (Yanuartono dkk., 2019).

Faktor pembatas dari penggunaan jerami padi sebagai pakan ternak membutuhkan solusi yang tepat sehingga pemanfaatannya sebagai pakan ternak dapat dioptimalkan. Optimalisasi jerami padi sebagai pakan ternak dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi pakan, yaitu fermentasi dalam bentuk silase dan formulasi sebagai pakan lengkap dengan bahan utama jerami padi dan biomassa murbei. Singh dan Makkar (2002) menyebutkan tanaman murbei mengandung protein kasar sebesar 18–28%. Selain itu, tanaman murbei mengandung senyawa lainnya, di antaranya asam askorbat, asam folat, vitamin B1, provitamin D, dan mikromineral (P, Mg, K, Ai, Fe, P, Ca, dan Si).

Dalam penelitian Syahrir dkk. (2009) disebutkan bahwa *1-deoxynojirimycin* merupakan senyawa aktif yang terkandung dalam daun murbei. Senyawa ini diduga mampu menghidrolisis karbohidrat nonstruktural. Ketersediaan karbohidrat nonstruktural dalam sistem rumen secara berkesinambungan dengan kondisi seimbang memberikan dampak fermentabilitas terhadap bahan pakan yang memiliki kandungan serat yang tinggi, contohnya jerami padi.

Konsentrat yang disubstitusi dengan daun murbei dalam ransum tidak mengganggu keseimbangan mikroorganisme dalam rumen.

Penambahan daun murbei dalam pakan sebagai substitusi konsentrat secara keseluruhan menunjukkan adanya perbaikan proses fermentasi pakan dalam rumen yang ditandai dengan penurunan nilai pH konsentrasi amonia yang normal, peningkatan produksi gas, dan peningkatan produksi *volatile fatty acids* (VFA) yang merupakan indikasi adanya peningkatan kualitas fermentasi dalam rumen (Syahrir, 2009).

Sesuai dengan judul buku ini, silase pakan lengkap jerami padi dan murbei sebagai pakan kambing, bagian Bab I pendahuluan memberi penjelasan singkat mengenai peran dan dukungan pakan dalam pengembangan peternakan. Pembahasan teknologi pengolahan pakan, yaitu teknologi silase mencakup pengertian silase, prinsip dasar pembuatan silase, dan indikator kualitas silase disajikan pada Bab II. Selanjutnya, Bab III membahas kebutuhan nutrisi kambing yang mendukung produktivitasnya dengan pembahasan mencakup gambaran umum kambing yang dikembangkan di Indonesia dan nutrisi yang berperan penting dalam mendukung produktivitas kambing. Pembahasan secara teknis tentang teknologi silase pakan lengkap dengan bahan dasar jerami padi dan biomassa tanaman murbei dibahas pada Bab IV. Selain itu, pada Bab IV ini banyak penjelasan terkait jerami padi, tanaman murbei, proses pembuatan silase pakan lengkap, kualitas silase pakan lengkap dari jerami padi dan tanaman murbei, serta hasil uji coba silase secara *in vivo* pada kambing peranakan etawa. Bab V merupakan bagian penutup yang memberi kesimpulan secara umum dari isi buku ini dan saran pemanfaatan teknologi silase pakan lengkap jerami padi dan murbei untuk dimanfaatkan dalam pengembangan peternakan kambing di Indonesia.

BAB II

SILASE

Teknologi pakan berperan penting dalam menjamin kualitas dan ketersediaan pakan dalam usaha peternakan. Beberapa manfaat dari teknologi pakan, yaitu meningkatkan kualitas pakan, menyeimbangkan nilai nutrisi pakan sesuai kebutuhan ternak, mengoptimalkan pemanfaatan limbah pertanian dan agroindustri sebagai pakan, mengawetkan pakan melalui fermentasi, dan memudahkan dalam penyimpanan. Silase merupakan salah satu teknologi pengolahan pakan melalui proses fermentasi. Berikut diuraikan beberapa hal tentang teknologi silase yang meliputi pengertian silase, prinsip dasar pembuatan silase, kualitas silase, dan tipe-tipe silo yang digunakan dalam pembuatan silase.

A. Pengertian Silase

Silase adalah pakan ternak yang berasal dari hijauan dan telah melalui proses fermentasi dengan kandungan uap air yang tinggi. Prosesnya disebut *ensilase* dan tempat pembuatannya atau wadah silase disebut silo (Sapienza & Bolsen, 1993). Pada prinsipnya pengawetan hijauan adalah mempertahankan kandungan nutrisi pada hijauan melalui proses pengawetan untuk menghindari kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme pembusuk (Widyastuti, 2021).

Silase merupakan upaya mengawetkan hijauan pakan saat melimpah di musim hujan dan dalam kondisi kandungan nutrisi maksimum sehingga menjadi alternatif dalam mengatasi kesulitan pakan di musim kemarau. Selain itu, silase juga menjadi cadangan dan sediaan pakan serta memanfaatkan sumber pakan inkonvensional asal limbah pertanian dan agroindustri pertanian, misalnya dedak, bekatul, ampas tahu, bungkil kelapa, dan bungkil sawit (Yuliyati dkk., 2019).

Pembuatan silase bertujuan untuk mengawetkan bahan pakan dan mengurangi kehilangan kandungan nutrisi hijauan yang akan diberikan pada ternak di masa mendatang. Pembuatan silase dilakukan pada saat produksi hijauan tinggi atau hijauan berada pada masa pertumbuhan saat kandungan nutrisinya sedang optimum. Pengawetan pakan dengan silase lebih menguntungkan dibandingkan pembuatan *hay* karena tidak tergantung dengan cuaca harian. Beberapa faktor yang memengaruhi kualitas dan kandungan nutrisi dari silase, yaitu jenis tanaman yang menjadi bahan utama silase, fase pertumbuhan hijauan, kandungan bahan kering pada bahan yang digunakan saat panen, penggunaan bahan tambahan pakan dalam pembuatannya, serta mikroorganisme yang turut berperan dalam proses pembuatan silase (Suparjo, 2008).

Pembuatan silase dengan metode fermentasi menurunkan kandungan serat kasar, serta meningkatkan daya cerna bahan pakan. Fermentasi merupakan proses perombakan bahan pakan yang berstruktur keras yang ditinjau secara fisik, kimia, dan biologi atau dengan kata lain berstruktur kompleks menjadi bahan dengan struktur yang lebih sederhana sehingga daya menjadi lebih efisien (Kurniawan dkk., 2015).

Dalam proses pembuatan silase dapat ditambahkan akselerator. Akselerator ini dapat berupa karbohidrat yang mudah larut maupun berupa inokulum bakteri asam laktat. Penambahan akselerator ini bertujuan membuat kondisi asam dan memacu pembentukan asam laktat pada silase, sebagai sumber bahan kering tambahan untuk mengurangi kandungan air silase, mencegah pertumbuhan jamur dan

bakteri pembusuk, dan meningkatkan kandungan nutrisi silase yang dihasilkan (Prayitno dkk., 2020). Akselerator berupa inokulum bakteri yang ditambahkan ke dalam silase di antaranya EM-4 peternakan dan inokulum bakteri yang berasal dari cairan rumen (Kurniawan dkk., 2015).

Keberhasilan silase adalah memaksimalkan kandungan nutrisi yang diawetkan. Silase dengan kualitas baik didapatkan dengan menekan aktivitas enzim yang tidak dikehendaki yang terdapat pada bahan yang digunakan dalam pembuatan silase, menekan pertumbuhan bakteri pembusuk, serta mendorong perkembangan bakteri asam laktat (Sapienza & Bolsen, 1993).

B. Prinsip Dasar Pembuatan Silase

Pada dasarnya, prinsip pembuatan silase adalah memacu pembentukan asam dalam kondisi anaerob yang terjadi dalam waktu singkat. Terdapat tiga hal penting untuk membentuk kondisi asam, yaitu mempercepat kondisi anaerob dengan menghilangkan udara, mempertahankan kondisi anaerob atau kondisi kedap udara dalam silo, dan menghambat pertumbuhan jamur selama penyimpanan. Mempercepat kondisi anaerob dapat memicu pembentukan asam laktat yang diikuti dengan penurunan pH (Suparjo, 2008).

Proses pembuatan silase dilakukan melalui empat fase berikut (Sapienza & Bolsen, 1993).

1. Fase anaerob, fase ini terjadi sejak hijauan dimasukkan ke dalam silo dan dipadatkan. Dalam kondisi ini berlangsung dua macam proses, yaitu proses respirasi dan proses proteolisis yang merupakan aktivitas enzim yang ada dalam tanaman pakan yang digunakan.
2. Fase fermentasi, fase ini terjadi setelah fase anaerob tercapai. Dalam kondisi ini beberapa proses mulai berlangsung, yaitu perombakan sel tanaman mulai terjadi sehingga menyebabkan kerusakan pada sel tanaman (lisis), yang akan memproduksi gula untuk bakteri asam laktat. Kondisi lisis ini pula yang

menghasilkan sejumlah enzim yang berperan dalam perombakan polisakarida yang memberi tambahan gula dan mendukung proses fermentasi. Pada kondisi anaerob bakteri asam laktat mulai berkembang biak dengan cepat. Beberapa jenis mikroba yang berperan dalam pembuatan silase, yaitu mikroba penghasil asam laktat: ragi, jamur, *enterobacteriaceae*, dan spora *clostridial*. Masa fermentasi aktif silase berlangsung selama 1 minggu sampai 1 bulan pada hijauan pakan dengan kandungan air 65%, sedangkan hijauan dengan kandungan air lebih rendah (40–50%) proses fermentasinya akan berjalan lambat. Proses fermentasi akan berlangsung normal pada hijauan atau bahan silase dengan kandungan air sekitar 55–60% dengan masa fermentasi aktif 1–5 minggu.

3. Fase stabil, fase ini berlangsung setelah berakhirnya pertumbuhan bakteri asam laktat dan proses *ensilase* stabil. Jika kondisi silo kedap udara dengan tutup dan segel yang baik, aktivitas mikroba hanya sedikit dalam kondisi ini. Proses penguraian hemiselulosa sangat lambat dan hanya menghasilkan beberapa gula. Fase stabil juga diikuti dengan penurunan pH yang lambat.
4. Fase pengeluaran silase, setelah tutup silo dibuka dan silase siap diberikan kepada ternak maka oksigen akan mengontaminasi permukaan silase, yang memungkinkan perkembangan bakteri aerob yang dapat menyebabkan kehilangan nutrisi dan bahan kering karena adanya aktivitas mikroorganisme aerob yang mengonsumsi gula hasil akhir fermentasi dan nutrisi lainnya.

Hal terpenting yang menjadi perhatian khusus dalam pembuatan silase adalah mengupayakan produksi asam laktat secepat mungkin sehingga hijauan yang digunakan sebagai bahan silase tidak mengalami banyak kehilangan nutrisi. Pada proses pembentukan silase hijauan akan mengalami pengurangan kandungan bahan kering (BK). Bakteri asam laktat sangat dibutuhkan untuk menjamin keberhasilan pembuatan silase. Pada hijauan secara alami terdapat bakteri epifit yang merupakan bakteri asam laktat. Bakteri epifit merupakan bakteri yang hidup di permukaan tanaman di antaranya akar, daun, bunga,

biji, tunas, dan buah. Dalam definisi lainnya disebutkan bahwa bakteri epifit adalah populasi bakteri yang mampu bertahan hidup dan berkembang biak di permukaan tanaman (Hirano & Upper, 2000). Jumlah bakteri epifit pada hijauan sifatnya bervariasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu spesies hijauan, umur tanaman, pemanenan, cuaca, proses pelayuan, dan pencacahan (Sapienza & Bolsen, 1993).

Secara alami, bakteri asam laktat ada pada tanaman sehingga secara otomatis dapat berperan dalam proses fermentasi, tetapi dianjurkan melakukan penambahan aditif untuk mengoptimalkan fase *ensilase* (Bolsen dkk., 1995). Proses fermentasi tidak dapat dipastikan dapat berlangsung secara optimal dengan jumlah bakteri yang terdapat pada hijauan sehingga untuk menghindari kegagalan dalam pembuatan silase dianjurkan melakukan penambahan inokulum bakteri asam laktat (BAL) untuk mencapai kesempurnaan proses fermentasi (Widyastuti, 2008).

Pada saat hijauan pakan dipanen terdapat sekitar 10^7 – 10^{10} mikroorganisme dalam setiap gram hijauan dan sebagian besar di antara mikroorganisme tersebut merupakan bakteri tidak baik dalam pembuatan silase. Akan tetapi, secara umum bakteri tersebut membutuhkan oksigen dalam bertumbuh sehingga dengan terjadinya penurunan kadar oksigen dalam silo dapat menurunkan populasi bakteri tersebut (Rusdy, 2017).

Mikrob asam laktat yang dominan dalam proses fermentasi adalah bakteri asam laktat dari golongan homofermentatif yang melakukan proses fermentasi dari kondisi aerob hingga anaerob. Asam laktat yang merupakan hasil dari proses fermentasi ini berperan sebagai zat pengawet yang mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk (Ridwan dkk., 2005). Nilai pH juga memberi peran penting dalam pengawetan silase, pH yang rendah akan menghambat aktivitas enzim tanaman dan menghambat pertumbuhan bakteri anaerob yang tidak diinginkan (Muck dkk., 2020).

Kandungan bahan kering berupa hijauan tropis (C_4) dan *water soluble carbohydrate* (WSC) digunakan dalam pembuatan silase. Kondisi iklim suatu lingkungan memberi pengaruh positif terhadap

proses fermentasi silase (Ridwan dkk., 2005). Tingkat kelembapan sangat memengaruhi fermentasi dan nilai nutrisi silase karena adanya efek pertumbuhan mikrob. Pada hijauan kurang nutrisi yang dapat dimetabolisme (misalnya WSC) dan permukaan tanaman kering dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang secara alami ditemukan pada tanaman. Namun, proses pemotongan melepaskan nutrisi dan kelembapan yang mendorong mikroorganisme berkembang biak. Dengan asumsi hijauan telah dikemas dalam silo dan udara dihilangkan dengan cepat, bakteri asam laktat pada permukaan ini menggunakan kelembapan dan WSC untuk pertumbuhan dan menghasilkan asam laktat (Muck dkk., 2020).

C. Kualitas Silase

Faktor yang memengaruhi kualitas silase yang dihasilkan, yaitu kandungan oksigen dari bahan, kondisi silo yang digunakan, kadar air optimum (60–65%) pada bahan, dan bahan tambahan yang digunakan, misalnya inokulum bakteri, substrat, inhibitor fermentasi, dan enzim yang umumnya digunakan dalam pembuatan silase. Kadar oksigen memengaruhi kehilangan kandungan bahan kering pada bahan silase, penurunan kualitas silase yang dihasilkan serta peningkatan suhu pada proses *ensilase* (Sapienza & Bolsen, 1993).

Nilai nutrisi dalam silase dapat mengalami penurunan yang dipengaruhi beberapa faktor yaitu (Parakkasi, 1998):

1. Kandungan air bahan silase yang memengaruhi kebocoran/perembesan saat pengisian bahan ke dalam silo, tingkat tekanan pada saat pemadatan bahan dalam silo, serta kandungan nutrisi yang larut dalam cairan.
2. Proses fermentasi yang panjang atau berlebih yang menyebabkan terjadinya kehilangan kandungan nutrisi pada bahan kering, biasanya kehilangan nutrisi ini sebesar 25% dari total kandungan bahan kering pakan.

3. Terjadinya pembusukan pada lapisan atas silo dengan jumlah sekitar 20–25% (tergantung dari jumlah kadar air bahan yang sampai di permukaan silo).
4. Kandungan nutrisi yang hilang pada saat di lapangan (pelayuan yang berlebih atau hijauan yang tua).

Kualitas silase dapat ditinjau secara fisik maupun kimia setelah silo dibuka. Penilaian kualitas fisik meliputi bau, warna, adanya jamur dan mikroba pembusuk, dan tekstur dari silase. Sementara itu, kualitas fermentasi silase dapat dinilai dengan kandungan pH, bahan kering, protein kasar, asam organik, amonia, jumlah mikroba, dan kadar gula pada silase (Kuncoro dkk., 2015).

Tabel 2.1 Kriteria Kualitas Silase

Kriteria	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
Bau/Aroma	Asam	Asam	Kurang Asam	Busuk
Warna	Hijau (Tergantung warna bahan yang digunakan)	Hijau kecokelatan	Hijau kecokelatan	Berwarna coklat kehitaman
Cendawan/ jamur	Tidak ada	Sedikit	Lebih banyak	Banyak
pH	3,2–4,2	4,2–4,5	4,5–4,8	>4,8
N-NH ₃	<10% total N	10–15% total N	>20% total N	>20% total N

Sumber: Wilkins (1988)

Salah satu indikator kualitas silase, yaitu memiliki aroma silase yang baik berbau asam dan tidak tajam (Alvianto dkk., 2015). Aroma wangi yang menyengat pada silase ditimbulkan oleh fermentasi asam propionat, sedangkan aroma busuk dihasilkan oleh fermentasi Clostridia (Saun & Heinrichs, 2008).

Kualitas silase yang baik juga dapat dilihat dari warna silase karena warna silase merupakan indikasi masalah saat proses *ensilase* berlangsung. Silase yang banyak mengandung asam asetat akan menghasilkan silase berwarna kekuning-kuningan, sedangkan silase

yang berlendir berwarna hijau kebiruan banyak mengandung asam butirat (Saun & Heinrichs, 2008).

Perubahan warna tanaman pada proses *ensilase* merupakan proses perubahan yang terjadi karena adanya proses respirasi aerob selama oksigen masih ada dalam silo sampai habisnya persediaan gula tanaman. Oksidasi gula menjadi CO_2 dan H_2O menyebabkan panas dan suhu naik di dalam silo. Silase dengan kualitas yang baik tidak mengalami perubahan warna yang signifikan dari warna aslinya dengan temperatur yang tidak terlalu naik sehingga tidak ada perubahan karoten. Jika temperatur dalam silo tidak terkontrol, silase yang dihasilkan akan berwarna coklat tua bahkan sampai kehitaman. Hal tersebut dapat menyebabkan turunnya nilai nutrisi hijauan karena banyak kehilangan sumber makanan dan pada suhu 55°C daya cerna protein ikut menurun. Sementara itu, warna coklat silase disebabkan oleh pigmen *phaeophytin* yang merupakan derivat klorofil yang tidak mengandung magnesium (Saun & Heinrichs, 2008). Suhu tinggi ($>35^\circ\text{C}$) juga mengurangi kualitas silase yang akan memicu terjadinya reaksi kecokelatan Maillard (*Maillard browning reaction*) di mana asam amino terikat pada karbohidrat. Pemanasan yang berlebihan mengikat asam amino dan ketersediaan protein dalam bahan silase (Muck dkk., 2020).

Silase yang tidak memiliki jamur atau cendawan merupakan silase yang berkualitas baik. Jamur merupakan organisme eukariotik, tidak berklorofil, mendapatkan nutrisi dengan absorpsi, menghasilkan spora, berproduksi secara seksual dan aseksual, dinding selnya terdiri dari selulosa, glukosa, dan kitin, berbentuk hifa, dan dapat dilihat oleh mata (makroskopis) (Ahmad, 2018). Sementara itu, *yeast* (khamir) tidak dapat dilihat secara langsung (mikroskopis) dengan ukuran diameter 5 mikron dan panjang 8 mikron (Partama, 2020). Penyebab tumbuhnya jamur pada silase, yaitu kondisi lingkungan yang memiliki kelembapan yang tinggi, kadar air yang tinggi pada hijauan yang digunakan, serta adanya aliran oksigen dalam silo. Jika oksigen masuk ke dalam silo, akan menimbulkan peningkatan populasi *yeast* dan jamur yang menyebabkan suhu dalam silo menjadi panas karena adanya

proses respirasi. Pemadatan bahan silase memengaruhi ketersediaan oksigen di dalam silo. Kadar oksigen semakin rendah seiring dengan semakin padatnya bahan di dalam silo sehingga respirasi semakin pendek karena ketersediaan oksigen yang sedikit (Regan, 1997).

Indikator lain yang dapat menentukan kualitas fisik silase adalah tekstur. Silase yang berkualitas baik akan memiliki tekstur yang padat (Kurniawan dkk., 2015). Kadar air yang rendah pada silase menyebabkan tekstur yang dihasilkan sedikit keras serta tidak terdapat lendir (Wati dkk., 2018). Tingginya kadar air hijauan menyebabkan tingginya tirisan air dan peningkatan oksigen di dalam silo. Hal ini menyebabkan silase yang dihasilkan bertekstur lunak, tumbuh jamur, dan berlendir yang mengindikasikan silase yang dihasilkan tidak berkualitas (Chalisty dkk., 2017).

Nilai pH yang rendah pada silase dipengaruhi oleh produksi asam laktat. Semakin rendah nilai pH silase maka semakin tinggi asam laktat yang terbentuk atau pembentukan asam lemak terbang. pH memberi pengaruh pada peningkatan suhu pada silase serta rendahnya nilai pH mendukung silase mencapai kondisi stabil (Sapienza & Bolsen, 1993).

D. Tipe-Tipe Silo dalam Pembuatan Silase

Silo merupakan bagian penting dalam pembuatan silase. Silo adalah tempat penyimpanan hijauan dalam pembuatan silase (Wahyudi, 2019). Silo menjadi salah satu faktor keberhasilan pembuatan silase (Muck dkk., 2020). Silo sangat penting dalam proses fermentasi khususnya pengawetan bahan pakan (Chiba dkk., 2005). Beberapa tipe silo yang umumnya digunakan dalam pembuatan silase, yaitu tipe horizontal, vertikal, dan kantong plastik (Thiasari dkk., 2019).

1. Silo horizontal merupakan tempat penyimpanan silase yang berdimensi besar. Silo tipe ini terdiri dari beberapa jenis.
 - a. Silo parit (*trench silo*) dibangun dengan menggali permukaan tanah berbentuk lubang atau parit (Wahyudi, 2019). Cocok untuk penyimpanan silase jangka panjang dan pendek.

Silase yang digunakan dalam jangka pendek hanya perlu disegel dengan plastik seperti untuk sistem *bunker*. Untuk penyimpanan jangka panjang, plastik harus ditutup dengan lapisan tanah (Mickan dkk., 2004). Dinding lubang dapat tidak dilapisi, atau dilapisi dengan batu bata, beton, atau terpal. Silo jenis ini tidak mudah rusak akibat badai dan kebakaran serta lebih ekonomis. Namun, silo tanpa lapisan dinding akan kehilangan cairan silase dan asam esensial yang dikandungnya karena akan merembes keluar melalui pori-pori tanah. Jika pemilihan lokasi kurang tepat dapat terjadi kerusakan air akibat hujan, banjir, drainase yang buruk, dan permukaan air yang tinggi (Campbell, 2014).



Sumber: Davis (2016)

Gambar 2.1 Silo Parit (*trench silo*)

- b. Silo *bunker* merupakan silo yang dibangun di atas permukaan tanah atau semibawah tanah (setengah bangunan di bawah permukaan tanah). Dinding dapat dibangun dengan beton atau menggunakan dinding kayu yang permukaannya dilapisi oleh plastik. Lebar bagian depan harus sedemikian rupa sehingga jumlah total silase per hari dapat diambil keluar dengan ketebalan 20–30 cm untuk mencegah kerusakan aerobik (Chiba dkk., 2005). Kelebihan tipe silo ini adalah tahan lama, dapat dibangun

di daerah yang tanahnya berbatu atau dengan wilayah dengan permukaan air yang tinggi, bisa dibangun dengan biaya cukup murah, dapat menyesuaikan dengan kebutuhan pakan, minim biaya plastik penutup *ensilase*, pemadatan yang lebih efektif, dan bunker beton memungkinkan akses segala cuaca. Adapun kekurangannya, yaitu kerapatan penutupan perlu diperhatikan dengan baik, dapat menampung genangan air hujan yang jika terjadi resapan pada penutup dapat menimbulkan kerusakan pada silase, tidak cocok untuk penyimpanan jangka panjang kecuali plastik/terpal penutup terhindar dari sinar matahari, biaya menjadi mahal jika menggunakan dinding beton, kecuali pertimbangan penggunaan secara intensif dan jangka panjang (Mickan dkk., 2004).



Sumber: Muck dkk. (2020)

Gambar 2.2 Silo *Bunker*

- c. Silo *stuck*, merupakan silo tanpa struktur dinding atau silase yang ditumpuk di atas permukaan tanah (Wahyudi, 2019). Metode *ensilase* jangka pendek untuk menyimpan silase cincang. Mereka sering ditempatkan di dalam atau di dekat *paddock* yang sedang dipanen, tetapi bisa juga berada di dekat titik pemberian pakan yang diinginkan (Mickan dkk., 2004). Silo ini merupakan silo sederhana, dibuat dengan menempatkan hijauan yang telah dicacah dan ditumpuk di atas lembaran

plastik (ketebalan kurang lebih 0,1 mm) yang digelar di atas tanah kemudian dipadatkan dan ditutup kembali dengan plastik. Tekanan dan tingkat kepadatan hijauan serta kerapatan penutup juga perlu diperhatikan pada penggunaan silo *stuck* (Chiba dkk., 2005). Kelebihan tipe ini adalah tidak ada biaya konstruksi, dapat ditempatkan dengan tidak terlalu memperhatikan lokasi dibandingkan parit atau lubang silo (tanah berbatu atau air bawah permukaan), dan pengemasan yang mudah. Adapun kekurangannya, yaitu membutuhkan biaya yang tinggi untuk penggunaan plastik atau terpal penutup permukaan dan tidak cocok untuk penyimpanan jangka panjang (>2–3 tahun), kecuali plastik/terpal penutup terlindung dari sinar matahari (Mickan dkk., 2004).



Sumber: Davis (2016)

Gambar 2.3 Silo *Stuck*

2. Silo vertikal/tower/menara merupakan silo yang digunakan untuk mengemas silase dengan tujuan untuk meminimalkan oksigen dalam silo (Thiasari dkk., 2019). Bahan konstruksi silo menara ini umumnya menggunakan beton dan baja. Meskipun ini lebih mahal untuk dibangun dari jenis silo lainnya, silo jenis ini lebih

permanen dan digunakan di lebih dari setengah peternakan sapi perah di Amerika Serikat (Mickan dkk., 2004; Muck dkk., 2020). Ada dua jenis utama silo menara, yaitu silo yang tertutup rapat dengan menutup lubang pengisian di bagian atas dan silo tidak tertutup di mana permukaan silase disegel dengan lembaran kedap air. Kelebihan silo tipe ini, yaitu kerusakan selama penyimpanan sangat rendah terutama dengan sistem tertutup dan mampu menyimpan material dalam jumlah besar di area yang terbatas. Namun, tipe ini juga memiliki kekurangan, yaitu menurunnya kualitas nutrisi hijauan khususnya hijauan yang dipotong langsung pada lahan karena terjadinya proses pelayuan. Selain itu, tipe ini juga mahal dalam pembangunan dan pemeliharaannya (Mickan dkk., 2004).



Sumber: Muck dkk. (2020)

Gambar 2.4 Silo Vertikal/Tower/Menara

3. Silo kantong plastik, merupakan penggunaan kantong plastik dalam pembuatan silase, termasuk metode yang relatif baru dibandingkan silo tipe horizontal maupun vertikal. Penggunaan silo ini cukup sederhana dengan mencacah hijauan dengan

ukuran ± 3 cm kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik berbahan *polythene*. Selanjutnya, dilakukan penekanan pada bahan untuk mengeluarkan udara kemudian plastik ditutup rapat. Silo kantong plastik terdiri atas dua macam, yaitu kantong plastik dan drum (Wahyudi, 2019). Keuntungan menggunakan kantong plastik sebagai silo termasuk biaya rendah, menghindari kehilangan rembesan dan paparan udara, fleksibilitas dalam produksi, dan kemudahan penanganan dan penyimpanan. Produksi silase dalam jumlah kecil tetap dapat dilakukan dengan ukuran dan penanganan yang sederhana. Kualitas silase yang dihasilkan tinggi meskipun dengan penanganan yang lebih sederhana dibandingkan penggunaan silo tipe lainnya yang menggunakan mesin (Campbell, 2014). Hewan pengerat, terutama tikus bisa menjadi masalah, mengunyah plastik dekat tanah hingga berlubang dan menghuni kantong sehingga perlu tindakan pengendalian hewan pengerat jika diperkirakan akan menjadi masalah (Mickan dkk., 2004).



Sumber: Wahyudi (2019)

Gambar 2.5 Silo Kantong Plastik dan Drum

BAB III

KEBUTUHAN NUTRISI KAMBING YANG MENDUKUNG PRODUKTIVITASNYA

Peternakan kambing di Indonesia masih berskala kecil, ditenakkan sebagai usaha sampingan masyarakat. Padahal kambing memiliki peran yang besar bagi kehidupan masyarakat perdesaan, perayaan keagamaan, dan kebudayaan (kearifan lokal). Berikut diuraikan bagaimana gambaran umum peternakan kambing di Indonesia, populasi kambing yang ada di wilayah Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat, serta kebutuhan nutrisi kambing yang mendukung produktivitasnya.

A. Gambaran Umum Kambing di Indonesia

Ternak kambing yang umum dibudidayakan oleh masyarakat saat ini berasal dari kambing liar yang telah didomestikasi dari golongan ruminansia kecil dengan klasifikasi ordo Ungulata, sub ordo Artiodactyla, family Bovidae, subfamily Caprinae, genus *Capra*, dan spesies *Capra hircus* (Williamson & Payne, 1993).

Kambing umumnya dibedakan berdasarkan karakteristik morfologi, letak geografis, dan performa produksi. Berdasarkan karakteristik morfologi atau ukuran tubuh, kambing dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu tipe kecil, sedang, dan besar. Berdasarkan hasil produksi dibedakan menjadi tiga, yaitu tipe pedaging, perah, dan dwiguna (pedaging dan penghasil susu) (Batubara dkk., 2012).

Kambing merupakan salah satu ruminansia penghasil daging sehingga sangat potensial untuk dikembangkan dalam usaha komersial. Kambing memiliki beberapa kelebihan dan potensi ekonomi, di antaranya pemeliharaan yang relatif mudah, mencapai usia dewasa kelamin dengan cepat, tubuhnya kecil sehingga tidak membutuhkan lahan yang luas, modal investasi relatif kecil, pemasarannya mudah sehingga modal usaha cepat kembali, kemampuan adaptasi kambing cukup tinggi, dan reproduksinya efisien dengan kemampuan melahirkan anak tiga kali dalam kurun waktu dua tahun (Untung, 2016).

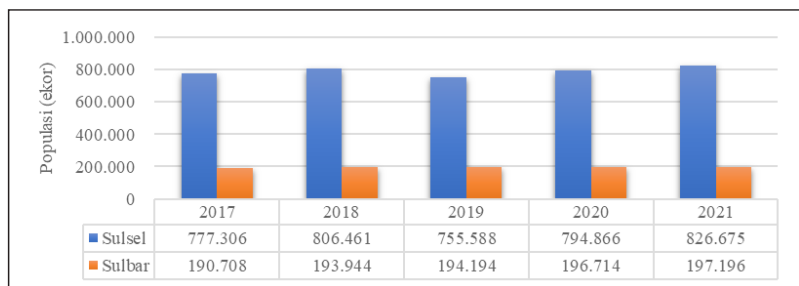
Masuknya kambing dari luar ke Indonesia telah berlangsung sejak lama mengakibatkan terjadinya interaksi dengan kondisi agroekosistem yang bersifat spesifik lokasi dengan tata laksana pemeliharaan yang sangat beragam sehingga menjadi faktor sumber daya genetik kambing menjadi sangat kaya dan beragam. Saat ini, Badan Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Kementerian Pertanian telah melakukan karakterisasi tujuh bangsa kambing lokal yang tersebar di Indonesia, di antaranya kambing Muara, Merica, Kosta, Samosir, kambing Peranakan Etawa, Gembong, dan kambing Kacang (Batu-bara dkk., 2006). Kambing lokal di Indonesia memiliki kemampuan melahirkan anak kurang lebih tiga ekor anak selama kurun waktu dua tahun. Kambing hasil persilangan kambing Boer dan kambing Kacang memiliki keturunan dengan bobot badan yang lebih besar (Makka, 2004).

Kambing memiliki beberapa kelebihan dan potensi ekonomi. Kelebihan tersebut antara lain tubuh yang relatif kecil, cara pemeliharaannya mudah, cepat mencapai dewasa kelamin, sistem usaha sangat mudah, tidak membutuhkan lahan yang luas, investasi modal usaha yang relatif kecil, dan pemasaran yang mudah serta modal perputaran modal usaha yang cepat (Maesya & Rusdiana, 2018). Keunggulan lain yang dimiliki ternak kambing, yaitu mudah beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan yang ekstrem, misalnya ketersediaan pakan dan suhu udara. Modal lebih rendah dibandingkan ruminansia besar. Umumnya masyarakat menggunakan ternak kambing sebagai tabungan hidup yang sewaktu-waktu dapat dijual.

Berdasarkan hal tersebut kambing dapat dijadikan sebagai salah satu instrumen pengentasan kemiskinan. Selain kelebihan, kambing juga memiliki kekurangan, yaitu memiliki tingkat stres yang tinggi terhadap transportasi sehingga memerlukan penanganan yang hati-hati jika melakukan perpindahan dan dikumpulkan dalam suatu tempat dalam jumlah besar (Makka, 2004).

B. Populasi dan Pengembangan Ternak Kambing di Wilayah Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat

Kambing tersebar di seluruh wilayah Indonesia termasuk di Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat, hal tersebut didukung oleh kemampuannya beradaptasi di berbagai lingkungan dengan dukungan sumber daya yang minim (Kurniasih dkk., 2013). Data tahun 2021 menunjukkan bahwa secara nasional populasi kambing berjumlah 19.229.067 ekor, di Sulawesi Selatan sebanyak 826.675 ekor (4,3% dari populasi nasional), sedangkan di Provinsi Sulawesi Barat sebanyak 197.196 ekor (1,03% dari populasi nasional) (Dirjen PKH, 2021). Populasi kambing terus bertambah setiap tahunnya. Gambar 3.1 menunjukkan perkembangan populasi kambing di wilayah Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat selama lima tahun terakhir.



Sumber: Dirjen PKH (2021)

Gambar 3.1 Populasi Kambing di Provinsi Sulawesi Selatan dan Provinsi Sulawesi Barat Tahun 2017–2021

Tabel 3.1 berikut ini menunjukkan sebaran populasi kambing di Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat.

Tabel 3.1 Sebaran Populasi Kambing di Wilayah Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat (ekor).

Kabupaten	Tahun				
	2017	2018	2019	2020	2021
Provinsi Sulawesi Selatan*					
Kepulauan Selayar	80.089	79.935	90 582	97.204	101.092
Bulukumba	33.678	34.726	35 229	35.463	36.882
Bantaeng	27.484	28.069	28.384	28.897	30.053
Jeneponto	215.977	233.758	228.378	240.027	249.648
Takalar	43.294	43.481	43.304	45.013	46.814
Gowa	15.436	10.986	11.205	12.382	12.877
Sinjai	28.728	27.292	27.574	28.558	29.702
Maros	6.822	41.378	44.333	44.443	46.221
Pangkep	41.795	36.215	5.431	4.873	5.068
Barru	6.099	6341	6610	6.372	6627
Bone	6.099	35.693	40.165	51.545	53.607
Soppeng	27.870	30.938	32.245	35.726	37.155
Wajo	15.027	15.370	15.785	16.929	17.606
Sidrap	4.974	6.273	6150	6.019	6.260
Pinrang	35.916	38.157	38.693	38.816	40.369
Enrekang	55.905	56.113	28.985	30.945	32.173
Luwu	26.853	26.826	15.425	15.892	16.528
Tana Toraja	9.387	10.644	11.603	12.164	12.651
Luwu Utara	13.879	15.931	17.255	17.908	18.624
Luwu Timur	14.060	14.500	14.978	12.554	13.056
Toraja Utara	512	581	614	677	704
Kota Makassar	7.891	7.503	7.169	7.113	7.398
Kota Parepare	3.461	3.737	3.923	3.218	3.347
Kota Palopo	2.054	2.014	2.001	2.128	2.213
Provinsi Sulawesi Barat**					
Majene	68.199	69.222	70.953	72.513	72.513
Polewali Mandar	93.283	93.954	94.894	94.417	94.690
Mamasa	1.090	1.101	1.112	244	256

Mamuju	14.483	14.628	15.125	15.277	15.403
Pasangkayu	7.414	4.981	4.981	5.105	5.156
Mamuju Tengah	6.239	7.707	7.707	9.158	9.178

Sumber : *BPS Sulsel (2022) ** BPS Sulbar (2022)

Ternak kambing tersebar di seluruh wilayah kabupaten yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. Tabel 3.1 menunjukkan bahwa Kabupaten Jeneponto merupakan salah satu sentra pengembangan kambing yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan, sedangkan di Provinsi Sulawesi Barat Kambing banyak dikembangkan di Kabupaten Polewali Mandar dan Kabupaten Majene. Berkembangnya ternak kambing di dua provinsi ini hampir sama, berada di seluruh wilayah Indonesia yang mengalami pertumbuhan populasi setiap tahun. Setiap wilayah memiliki potensi yang tergantung dengan kondisi lokal wilayah tersebut, misalnya kondisi sumber daya alam, sumber daya manusia, letak geografi, dan perkembangan teknologi di wilayah tersebut, termasuk dukungan pemerintah dalam pengembangan ternak kambing di wilayah tersebut (Susanti dkk., 2020).



Foto: Fitriawaty (2021)

Gambar 3.2 Kambing yang dikandangkan di kolong rumah dipelihara secara semiintensif.

Di dua provinsi ini umumnya kambing dikembangkan sebagai usaha keluarga, dengan kemauan peternak memanfaatkan lahan pertanian dan pekarangan yang belum optimal dengan sistem pemeliharaan tradisional dan semiintensif. Beternak kambing merupakan usaha sampingan bagi masyarakat Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat dengan rata-rata kisaran kepemilikan ternak 3–50 ekor atau rata-rata 12 ekor (Hastang dkk., 2018). Kambing dianggap sebagai tabungan atau menunjang ekonomi keluarga (Bonewati dkk., 2018; Sukoco dkk., 2022). Sebagai usaha sampingan, ternak kambing memberi kontribusi sebesar 30% terhadap pendapatan keluarga peternak (Suhartina dkk., 2017).

Pola pemeliharaan kambing di dua provinsi ini sifatnya masih tradisional dan semiintensif dengan menggembalakan ternak di siang hari dan dikandangkan di malam hari. Kandang dibuat di kolom rumah atau dibangun seadanya, pakan yang diberikan tergantung ketersediaan hijauan di sekitar tanpa pemberian konsentrat dan minim sentuhan teknologi. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya skala usaha yang kecil dan dianggap sebagai usaha sampingan dan karakteristik peternak (Hastang dkk., 2018).



Foto: Fitriawaty (2021)

Gambar 3.3 Kambing digembalakan di siang hari.

C. Nutrisi Penting pada Kambing

Secara umum di Indonesia kebutuhan nutrisi ternak kambing tidak sama atau memiliki perbedaan antara bangsa kambing, namun implementasinya selalu mengacu pada komoditi ternak yang berada di Asia. Meskipun iklim daerah Asia sama dengan Indonesia, yaitu tropis, kondisi kambing yang ada di Indonesia relatif lebih kecil dibandingkan ternak kambing yang berasal dari negara Asia lainnya sehingga kebutuhan nutrisinya pun akan lebih rendah. Misalnya, kambing pada masa pertumbuhan di Asia memiliki kebutuhan protein kasar dalam ransum 14–19%, densitas energi 3,0 Mkal dan kebutuhan bahan kering 3,5% dari bobot hidup kambing (NRC, 1981). Namun, secara umum kambing di Indonesia membutuhkan 107,4 Kcal ME per kg berat badan untuk kebutuhan hidup pokok harian (Sutama & Budiarsana, 2002) dan protein kasar 12–15% (Haryanto & Djajanegara, 1993).

Nutrisi merupakan bahan kimia yang dibutuhkan kambing untuk kebutuhan hidup dasar dan produksi. Nutrisi ini digolongkan ke dalam lima kelompok, yaitu karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan vitamin yang masing-masing memiliki peran dan dibutuhkan secara khusus (Fernandez & Ahrens, 2016).

Secara umum kebutuhan nutrisi ternak dihitung berdasarkan siklus produksi dan produktivitasnya dengan acuan berdasarkan National Research Council (NRC). Umur kambing pejantan 6–10 bulan sudah mulai kawin, namun idealnya pejantan muda sebagai pemacet pada umur 15–18 bulan, umur betina produktif 10 bulan ke atas (idealnya mulai dikawinkan pada umur 12 bulan), umur kambing prasapih (1 hari–12 minggu), umur lepas sapih 12 minggu hingga usia dewasa.

Berikut kebutuhan nutrisi kambing berdasarkan berat badan (Dirjen PKH, 2014):

Tabel 3.2 Kebutuhan nutrisi ternak kambing berdasarkan berat badan dan fase pemeliharaannya.

Fase Pemeliharaan kambing	Berat Badan (Kg)	Kebutuhan Nurisi dalam pakan				
		BK (%BB)	PK (%)	TDN (%)	Ca (%)	P (%)
Pejantan	25–30	4,0–44	10,9–11,8	65	0,20–0,21	0,18–0,19
	40–60	3,3–3,8	8,2–91	55–60	0,17–0,20	0,15–0,18
	80	3,0	7,3	50	0,15	0,14
Induk awal laktasi	25–30	4,0	10,9	60	0,29–0,3	0,21–0,22
	40–50	4,0	9,1	55	0,27–0,28	0,20
Induk akhir laktasi	25–30	4,0	10	60	0,28–0,30	0,20–0,22
	40–50	3,5–4,0	8,2–91	55	0,25–0,27	0,18–0,19
Lepas sapih	5–15	4,1–3,6	21–18,2	65–70	0,21–23	0,20–21
	25–35	4,0	9,1–10,9	60	0,19–0,20	0,18–0,19
	40–60	3,8–4,0	9,0	60	0,19	0,18

Keterangan: bahan kering (BK), berat badan (BB), protein kasar (PK), *total digestible nutrient* (TDN).

Sumber: Dirjen PKH (2014)

1. Karbohidrat

Energi bagi kambing berasal dari karbohidrat yang berupa pati dan gula dalam biji-bijian dan serat (selulosa) pada hijauan yang kemudian diubah menjadi *volatile fatty acids* (VFA) atau asam lemak terbang oleh mikroorganisme rumen yang menghasilkan energi dalam bentuk *adenosine tri phosphate* (ATP). VFA yang dihasilkan dari fermentasi mikrob rumen terdiri atas 63% asam asetat, 21% asam propionat, dan 16% yang terdiri dari asam butirat, asam valerat, dan lain-lainnya. VFA memiliki peran ganda selain sebagai sumber energi bagi ternak juga merupakan kerangka karbon pada pembentukan protein mikrob (Partama, 2020). Pakan kambing normalnya tinggi selulosa dan membutuhkan pencernaan oleh flora rumen untuk mengubahnya menjadi energi. Dalam analisis pakan, energi dipresentasikan sebagai total energi tercerna/*total digestible energy* (%). Kebutuhan energi

pada kambing berbeda sesuai dengan kondisi fisiologis baik pada saat pemeliharaan, kehamilan, laktasi, maupun masa pertumbuhan (Rashid, 2008).

2. Protein

Protein merupakan bagian penting dalam nutrisi seimbang bagi kambing yang dalam rantai kimianya terdiri dari asam amino. Protein digunakan dalam pembangunan jaringan otot dan sistem kekebalan tubuh (Fernandez & Ahrens, 2016). Rumen merupakan kantung yang berpotensi sebagai sumber mikrob dengan kandungan sekitar 10^9 per gram cairan rumen (Partama, 2020). Bakteri rumen berperan dalam memecah protein yang dikonsumsi melalui proses fermentasi. Pakan berupa hijauan, seperti jerami, alfalfa, barley, kacang-kacangan, jagung, gandum, dan biji-bijian merupakan sumber protein bagi kambing. Protein dibutuhkan lebih banyak pada masa pertumbuhan anak, masa laktasi, dan pertumbuhan bulu (Rashid, 2008).

3. Lemak

Lemak juga merupakan sumber energi bagi kambing. Kambing mengonsumsi sejumlah lemak saat makan di kandang atau digembalakan. Kelebihan energi yang dihasilkan oleh karbohidrat disimpan dalam bentuk lemak di sekitar organ dalam. Lemak yang tersimpan digunakan, terutama pada masa laktasi, saat membutuhkan energi tinggi (Rashid, 2008). Lemak berperan penting dalam perbaikan membran sel dan berperan dalam pembentukan hormon, misalnya hormon steroid yang berperan dalam reproduksi (Fernandez & Ahrens, 2016).

4. Mineral

Dibanding dengan kebutuhan energi dan protein, mineral dibutuhkan dalam jumlah sedikit. Kebutuhan makromineral esensial yang dibutuhkan oleh kambing kurang lebih 0,1% dalam pakan, di antaranya kalsium (Ca), fosfor (P), natrium (Na), kalium (K), klorida (Cl), sulfur (S), dan magnesium (Mg). Sementara itu, mikromineral dibutuhkan

lebih sedikit yaitu yodium (I), tembaga (Cu), besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), molibdenum (Mo), kobalt (Co), selenium (Se), dan florida (F). Mineral tersebut ditemukan dalam pakan, suplemen mineral, dan air di beberapa daerah (Spencer, 2018).

Mineral memiliki banyak fungsi dalam tubuh ternak misalnya kalsium dan fosfor yang merupakan komponen struktur utama gigi dan tulang, sedangkan mineral lainnya mendukung fungsi saraf atau berperan sebagai elektrolit dalam tubuh. Berikut daftar kebutuhan makromineral dan mikromineral pada kambing (Hart, 2015).

Tabel 3.3 Kebutuhan Makromineral dan Mikromineral dalam Pakan Kambing

Jenis Mineral	Kebutuhan dalam pakan	
	Makromineral	
Kalsium (Ca)	0,3–0,8%	
Fosfor (P)	0,25–0,4%	
Sodium (Na)	0,2%	
Potassium (K)	0,8–2,0%	
Klorida (Cl)	0,2%	
Sulfur (S)	0,2–0,32%	
Magnesium (Mg)	0,18–0,4%	
	Mikromineral	
Besi (Fe)	50–1000 ppm	
Tembaga (Cu)	10–80 ppm	
Cobalt (Co)	0,1–10 ppm	
Seng (Zn)	40–500 ppm	
Mangan (Mn)	40–1000 ppm	
Selenium (Se)	0,1–3 ppm	
Molibdenum (Mo)	0,1–3 ppm	
Yodium (I)	0,5–50 ppm	

Sumber: Hart (2015)

5. Vitamin

Vitamin merupakan salah satu senyawa kimia yang dibutuhkan dalam pertumbuhan, kesehatan dan reproduksi. Ruminansia kecil membutuhkan banyak vitamin. Namun, ketersediaannya dalam pakan relatif

sederhana, serta bisa didapatkan dalam pakan dan biosintesis oleh mikrob rumen (Spencer, 2018). Vitamin berperan sebagai kofaktor dalam metabolisme. Kekurangan vitamin dapat memperlambat proses metabolisme dalam tubuh yang dalam prosesnya melibatkan unsur vitamin tersebut. Vitamin dibagi dalam dua kelompok, yaitu vitamin larut dalam lemak (Vitamin A, D, E, dan K) dan vitamin larut dalam air (Vitamin B dan C) (Hart, 2015).

6. Air

Air merupakan hal penting yang harus dipenuhi dalam kebutuhan kambing. Asupan yang tidak tercukupi akan menekan performa kambing lebih cepat dan lebih parah dibandingkan kekurangan nutrisi lainnya. Kebutuhan air adalah hal yang paling perlu diperhatikan dalam manajemen pemeliharaan dengan kualitas air yang layak, bukan hanya kuantitasnya saja (Rashid, 2008).

Salah satu faktor mendasar dan penting yang mendukung kelangsungan hidup pokok ternak adalah konsumsi. Konsumsi pakan ternak ruminansia dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor dari ternak itu sendiri (jenis kelamin, bobot badan, umur, tipe bangsa, dan faktor genetik), faktor pakan yang diberikan, dan kondisi lingkungan (sinar matahari, kelembaban, dan temperatur) (Parakkasi, 1998). Beberapa faktor yang memengaruhi kinerja produksi pada induk kambing secara nyata di antaranya bangsa kambing, masa sapih anak, bobot induk saat melahirkan, serta iklim (Elieser dkk., 2014).

Pemberian pakan berkualitas harus selaras dengan kemampuan makan yang baik untuk mengoptimalkan potensi produktivitas kambing. Kemampuan makan pada kambing merupakan tingkah laku makan yang mulai dari proses *prehensi*, memperkecil partikel pakan, *ensalivasi* sebelum pakan ditelan serta proses ruminasi (mengunyah kembali). Pakan yang diberikan dengan kandungan protein yang tinggi diharapkan mampu memenuhi kebutuhan nutrisi pakan, proses ruminasi berlangsung singkat dan efektif, serta merangsang pertumbuhan mikrob rumen (Pembayun dkk., 2013).

Biaya pakan merupakan komponen pengeluaran yang tinggi untuk mendukung produktivitas budi daya ternak kambing. Produksi daging dan susu membutuhkan pakan yang berkualitas baik serta keseimbangan nutrisi yang optimal untuk mencapai keuntungan yang maksimum. Pada peternakan kambing di perdesaan umumnya digembalakan dan merumput tanpa diberi pakan penguat atau konsentrat berupa biji-bijian. Hal ini menyebabkan pertumbuhan dan produksi ternak menjadi rendah. Kambing mampu merespons manajemen pemeliharaan yang baik dan pemberian pakan yang tepat. Kebutuhan pakan dapat terpenuhi dengan memformulasikan ransum yang bernutrisi dan murah. Ransum seimbang perlu memperhatikan beberapa faktor, seperti kandungan nutrisi, jumlah, palatabilitas, tingkat pencernaan, ketersediaan, dan biaya (Singh, 2018).

Kambing memiliki kemampuan mencerna berbagai macam hijauan dan sumber serat lainnya. Kebutuhan nutrisinya pun dipengaruhi oleh bangsa, umur, jenis kelamin, sistem produksi (penghasil susu atau pedaging), iklim, ukuran tubuh, serta stadium fisiologis. Strategi pemberian pakan harus memenuhi kebutuhan energi, protein, mineral, dan vitamin tergantung dengan kondisi kambing (Rashid, 2008).

BAB IV

SILASE PAKAN LENGKAP JERAMI PADI DAN BIOMASSA MURBEI

Penggunaan jerami padi sebagai pakan kambing membutuhkan sentuhan teknologi pakan untuk meningkatkan nilai nutrisi dan kecernaannya sehingga kebutuhan nutrisi kambing dapat dipenuhi. Tanaman murbei merupakan tanaman lokal kaya nutrisi yang mampu memenuhi kekurangan nutrisi pada jerami padi. Teknologi silase pakan lengkap dengan kombinasi jerami padi dan biomassa murbei merupakan salah satu teknologi pakan yang mudah diterapkan oleh peternak dalam menunjang ketersediaan pakan dalam usaha peternakan kambing. Dalam bab ini diuraikan tentang gambaran umum jerami padi, tanaman murbei, proses pembuatan silase pakan lengkap jerami padi dan biomassa murbei, kualitas fisik, nutrisi silase yang dihasilkan, dan respons kambing terhadap silase pakan lengkap tersebut.

A. Jerami Padi

Pemanfaatan limbah yang merupakan produk sampingan dari agroindustri ataupun biomassa limbah pertanian saat ini telah banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan memberi dorongan terhadap perkembangan agrobisnis peternakan secara integratif (Agustini, 2010). Namaun, pemanfaatan potensi besar yang dimiliki limbah agroindustri untuk dimanfaatkan sebagai pakan belum optimal. Umumnya limbah tersebut memiliki kandungan protein, tingkat pencernaan, serta palatabilitas yang rendah. Jerami padi juga

mengalami kesulitan penanganan karena sifatnya yang *voluminous*, baik pengangkutan, transportasi, serta penyimpanannya sehingga dibutuhkan suatu solusi yang tepat untuk meningkatkan nilai guna dari limbah agroindustri sebagai pakan (Utari dkk., 2012).

Limbah pertanian memiliki potensi sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia sebagai sumber serat. Dijelaskan dalam penelitian Syamsu dkk. (2003) bahwa jumlah produksi limbah pertanian di Indonesia mencapai 51.546.297,3 ton per tahun. Produksi jerami padi (85,81%) merupakan produksi limbah terbesar diikuti jerami jagung (5,84%), jerami kacang tanah (2,84%), jerami kacang kedelai (2,54%), pucuk ubi kayu (2,29%), dan jerami ubi jalar (0,68%). Namun, beberapa hal yang menjadi faktor pembatas pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan, yaitu produksinya bersifat musiman dan tidak kontinu sepanjang tahun sehingga dibutuhkan tempat penyimpanan dengan volume yang besar. Selain itu, kandungan nutrisi yang rendah dan tergantung dari kontinuitasnya sehingga dibutuhkan upaya peningkatan nilai nutrisi dengan sentuhan teknologi pakan yang mudah, murah, dan dapat diadopsi oleh peternak.

Jerami padi adalah bagian vegetatif tumbuhan padi (daun, batang tangkai, dan malai). Pada saat panen, jerami merupakan bagian yang tidak diambil. Bobot jerami padi dipengaruhi oleh varietas, rezim air, kesuburan tanah, cara budi daya, musim dan iklim, serta ketinggian tempat (Makarim dkk., 2007). Produksi jerami padi suatu wilayah dapat dihitung dengan mengonversi proporsi jerami padi terhadap produksi padi (Aini dkk., 2021). Tabel 4.1 menunjukkan produksi jerami padi di Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat berdasarkan produksi bahan kering tercerna.

Tabel 4.1 Produksi Jerami Padi di Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat (BKC Ton/Tahun)

Wilayah	Produksi Jerami (BKC)				
	2017	2018	2019	2020	2021
Provinsi Sulawesi Selatan	3.119.193,80	3.508.472,02	2.978.926,01	2.775.169,25	3.037.102,42
Kepulauan Selayar	13.204,33	47,99	159,03	4.407,34	6.054,54
Bulukumba	114.099,00	143.187,09	119.766,12	109.816,94	120.634,48

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Wilayah	Produksi Jerami (BKC)				
	2017	2018	2019	2020	2021
Bantaeng	43.451,75	37.092,63	31.290,36	31.033,06	29.991,12
Jeneponto	56.750,38	139.563,78	88.916,56	68.796,92	92.534,82
Takalar	64.919,46	75.626,50	66.714,17	62.969,91	61.834,60
Gowa	172.196,75	157.929,85	147.930,42	147.162,03	142.250,76
Sinjai	75.901,16	74.749,07	69.167,10	55.708,18	60.732,06
Maros	182.247,78	131.158,19	120.849,49	115.036,92	123.915,57
Pangkep	77.659,34	80.217,16	71.260,66	76.509,75	75.078,54
Barru	61.423,14	82.345,77	76.510,18	79.729,61	72.250,82
Bone	477.061,54	607.829,08	455.532,09	454.690,99	482.025,05
Soppeng	132.761,17	175.451,45	157.529,55	162.310,12	161.232,67
Wajo	365.247,05	518.977,99	365.246,28	335.865,43	405.596,55
Sidrap	315.018,39	315.947,64	303.548,04	261.575,21	273.616,17
Pinrang	385.638,53	355.575,31	347.460,28	304.642,38	331.966,81
Enrekang	25.980,16	33.548,99	24.632,97	27.272,01	23.547,08
Luwu	179.856,00	174.853,92	182.622,13	148.416,70	168.572,31
Tana Toraja	59.347,86	54.498,02	34.815,17	31.605,07	50.431,53
Luwu Utara	105.056,42	117.566,58	107.702,03	94.553,15	115.179,41
Luwu Timur	123.327,23	145.823,82	128.810,50	144.102,81	166.268,47
Toraja Utara	60.656,92	62.230,47	56.514,77	39.342,31	52.683,59
Kota Makassar	7.361,61	8.097,28	6.916,60	7.695,09	7.028,55
Kota Parepare	3.152,70	3.710,94	3.073,57	2.560,01	2.493,00
Kota Palopo	16.875,11	12.442,49	11.957,94	9.367,32	11.183,89
Provinsi Sulawesi Barat	360.395,11	184.422,67	176.903,82	203.372,69	190.627,60
Majene	7.409,35	2.484,32	2.478,58	2.274,06	2.257,44
Polewali Mandar	134.232,31	106.502,81	98.854,34	115.312,29	102.395,57
Mamasa	63.697,64	42.152,12	33.107,44	32.889,91	31.079,91
Mamuju	77.025,15	25.970,14	29.291,95	39.632,02	39.039,59
Pasangkayu	20.752,77	5.022,28	1.289,78	1.644,36	1.472,24
Mamuju Tengah	57.277,89	2.291,00	11.881,73	11.620,05	14.382,85

Keterangan: bahan kering tercerna (BKC)

Sumber: Hasil olah data sekunder berdasarkan data produksi padi pada BPS Sulawesi Selatan dan BPS Sulawesi Barat

Produksi jerami padi di Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat sifatnya fluktuatif mengikuti jumlah produksi padi setiap tahunnya. Luas pertanaman padi juga memengaruhi produksi jerami padi suatu wilayah (Syamsu dkk., 2003). Produksi jerami padi terbesar di Sulawesi Selatan, yaitu Kabupaten Bone, Kabupaten Wajo, Kabupaten Pinrang, dan Kabupaten Sidrap, sedangkan di Provinsi Sulawesi Barat produksi jerami padi paling tinggi di Kabupaten Polewali Mandar.

Tabel 4.2 berikut ini menunjukkan kandungan nutrisi jerami padi yang umumnya ditemui di Indonesia, jerami padi dari beberapa varietas, serta jerami padi yang telah mendapatkan perlakuan amoniasi dan fermentasi.

Tabel 4.2 Kandungan Nutrisi Jerami Padi pada Umumnya, Jerami Padi Beberapa Varietas Berbeda, Jerami dengan Perlakuan Fermentasi, dan Amoniasi

Kandungan Nutrisi	Jerami Padi	Varietas ⁴				Jerami Padi Fermentasi Mikrostar LA ⁵	Jerami Padi Amoniasi ⁵
		Bestari	Inpari sidenuk	Situ gintung	Ciherang		
Bahan Kering	87,73 ¹	-	-	-	-	91,59	87,68
Bahan Organik	73,50 ²	72,15	70,31	72,48	79,61	74,38	83,58
Protein Kasar	4,47 ¹	5,45	4,92	4,28	4,31	8,50	68,85
Lemak Kasar	1,2 ¹	-	-	-	-	2,85	1,74
Serat Kasar	37,60 ¹	-	-	-	-	19,73	18,49
ADF	59,48 ³	49,68	50,51	52,40	46,25	46,63	39,37
NDF	80,28	69,84	68,76	73,35	71,41	62,73	48,47

Sumber: ¹Mayulu & Suhardi (2016); ²Suningsih dkk. (2019); ³Amin dkk. (2015); ⁴Wahyono dkk. (2021); ⁵Suningsih & Ibrahim (2018)

Kecernaan bahan kering (KcBK) pada jerami padi dengan penambahan kapur tohor dan air kelapa sebesar 46,23%, sedangkan pencernaan bahan organik (KcBO) 49,59% (Yanuarioanto dkk., 2015). Tingkat pencernaan yang rendah pada jerami padi disebabkan tingginya kadar serat kasar. Selain itu, kandungan silika yang tinggi terikat dengan gugus organik. Tambahan silika dalam hijauan dapat menurunkan pencernaan bahan organik sebesar 1% dan pencernaan bahan kering sebesar 4% (Cherney, 2000).

Penggunaan jerami padi sebagai pakan memiliki beberapa kelemahan, di antaranya kandungan silika dan lignin yang tinggi, serta kandungan energi dan nutrisi lainnya yang rendah, seperti protein, vitamin, dan mineral. Selain itu, palatabilitas dan tingkat kecernaannya juga rendah disebabkan sulitnya mikrob rumen mendegradasi jerami. Struktur jaringan penyangga tanaman yang telah tua menjadi penyebab rendahnya tingkat kecernaan pada jerami padi. Jaringan tersebut telah mengalami proses lignifikasi yang menyebabkan ligno-hemiselulosa dan ligniselulosa sulit dicerna (Yanuartono dkk., 2017).

Telah banyak penelitian terkait teknologi yang mendukung pemanfaatan jerami padi sebagai pakan inkonvensional pada ternak ruminansia baik dengan sentuhan teknologi kimia maupun biologis. Perlakuan kimiawi pada jerami umumnya dilakukan dengan teknik amoniasi, sedangkan perlakuan biologis menggunakan metode fermentasi yang melibatkan kerja bakteri asam laktat ataupun menggunakan kombinasi beberapa teknologi.



Foto: Fitriawaty (2021)

Gambar 4.1 Jerami Padi

Mengolah jerami dengan teknik amoniasi dapat menggunakan amonia dengan bentuk padat berupa urea, gas cair NH_3 , NH_4OH dalam bentuk larutan. Penggunaan amonia dalam bentuk gas maupun

larutan biasanya terbatas mengingat harganya relatif mahal dan membutuhkan tangki khusus dalam penyimpanan serta sulit diperoleh karena penggunaannya biasanya terbatas di laboratorium. Untuk itu, dalam amoniasi umumnya menggunakan NH_3 dalam bentuk padat karena mudah ditemukan dan biasanya digunakan sebagai pupuk tanaman. Secara fisik urea ini berbentuk kristal padat berwarna putih dan mengandung nitrogen sebanyak 42–45% (Badrudin, 2011).

Melalui sentuhan teknologi amoniasi, proses *swollen* membantu proses pelunakan serat-serat jerami sehingga memudahkan mikroba rumen masuk ke dalam serat jerami dan mempermudah proses degradasi. Hal tersebut membuat pencernaan jerami padi meningkat bukan hanya dipengaruhi oleh adanya proses fermentasi oleh mikroba rumen, tetapi juga adanya bantuan proses hidrolisis basa lemah (amoniasi) (Amin dkk., 2016).

Amoniasi jerami memberikan beberapa keuntungan di antaranya (Badrudin, 2011):

1. pengerjaannya sederhana dan tidak membahayakan,
2. modal yang dibutuhkan relatif murah dan mudah dalam pengerjaannya,
3. menghilangkan aflatoksin pada jerami dengan cukup efektif,
4. mampu meningkatkan kandungan protein kasar pada jerami, dan
5. tidak ada polusi dalam tanah yang ditimbulkan.

Teknologi pengolahan jerami sebagai pakan dengan sentuhan biologis biasanya melalui proses fermentasi yang melibatkan mikroorganisme. Fermentasi jerami ini merupakan proses pemecahan senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana yang dalam prosesnya melibatkan mikroorganisme. Proses tersebut menghasilkan suatu produk yang memiliki nilai nutrisi yang baik, tekstur yang lunak, masa penyimpanan panjang, menekan pertumbuhan mikroba perusak dengan menciptakan kondisi yang tidak memadai bagi mikroorganisme kontaminan, serta mempertahankan nilai nutrisi

yang diinginkan (Ediset, 2020). Selain itu, jerami fermentasi dengan penambahan berbagai starter mikrob mampu memperbaiki nilai nutrisi jerami padi (Suningsih dkk., 2019).

B. Tanaman Murbei

Tanaman murbei di Indonesia tidak terlepas dari sejarah persuteraan Indonesia. Tercatat dalam sejarah Indonesia budi daya ulat sutra diperkenalkan sejak abad ke-10 melalui perdagangan Cina. Pada abad ke-17-18 pemerintah Hindia Belanda berupaya mengembangkan perindustrian ulat sutra di Indonesia di daerah Priangan (Bandung). Demi mendukung usaha ini, dilakukan pengembangan tanaman murbei sebagai pakan ulat sutra di wilayah Sulawesi Selatan dan Jawa Barat (Hartati, 2015). Kegiatan persuteraan alam pada sektor kehutanan di mulai di Yogyakarta pada tahun 1962. Budi daya persuteraan kemudian meluas ke luar pulau Jawa dan masuk ke wilayah Sulawesi Selatan. Perkembangannya dimulai dengan perdagangan benang sutra, budi daya tanaman murbei, pembuatan benang, hingga produksi kain sutra (Andadari dkk, 2013). Kegiatan persuteraan terintegrasi dengan budi daya murbei, peternakan ulat sutra, pemintalan benang, dan penenunan, serta produksi pakaian. Tercatat pada tahun 2012 luas lahan murbei di Indonesia yang masih produktif, yaitu 2.203 Ha (Nuraeni, 2019).

Murbei merupakan genus dari *Morus* dengan famili moraceae. Ditinjau dari morfologi bunga genus *Morus* dibedakan menjadi 24 jenis dan ditambah dengan lima jenis lainnya. Murbei memiliki bunga kelamin tunggal meskipun kadang-kadang berkelamin rangkap (Atmosoedarjo dkk., 2000).

Murbei diklasifikasikan sebagai berikut (Samsijah & Andadari, 1992):

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledone
Ordo	: Urticales

Famili : Moraceae
Genus : *Morus*
Spesies : *Morus* sp.

Murbei adalah salah satu tanaman perdu dengan tinggi mencapai 6 m, memiliki cabang yang banyak, tajuk jarang, daun berlekuk dan berwarna hijau tua, bergerigi, bulat, serta permukaan halus dan kasar tergantung dari spesies tanaman murbeinya (Isnain & Muin, 2015). Kebutuhan curah hujan pada pertumbuhan tanaman murbei antara 635–2500 mm per tahun dengan suhu optimal 24–28° C, namun secara umum tanaman murbei masih dapat tumbuh dan beradaptasi pada suhu lingkungan minimum 13°C dan maksimum pada 38°C dan kelembagaan udara antara 65–80% (de Almeida & Fonseca, 2002).

Tanaman murbei di Indonesia dapat tumbuh pada semua jenis tanah dengan kecukupan air dan udara dalam tanah pada ketinggian 10–3600 m dpl, dapat bertumbuh baik pada suhu optimum 23,9–26,6°C. Namun, masih mampu bertumbuh dengan toleransi temperatur tidak lebih dari 37,7°C dan tidak kurang dari 13°C. Murbei bertumbuh baik pada curah hujan antara 635–2.500 mm/tahun (Andadari dkk, 2013). Terdapat beberapa jenis tanaman murbei yang dikembangkan masyarakat, di antaranya *Morus nira*, *Morus alba*, *Morus cathayana*, *Morus marcuara*, dan *Morus australis* (Balai Persuteraan Alam, 2007). Beberapa nama daerah tanaman murbei di antaranya *malur* (Batak), *walot* (Sunda), *nagas* (Ambon), dan *tambara merica* (Makassar), sedangkan di negara asing memiliki nama di antaranya *sangye* (Tingkok), *mulberry* (Inggris), *moreira* (Portugis), *murier* (Prancis), dan *morera/mora* (Spanyol) (Isnain & Muin, 2015). Murbei jenis *Morus alba* var. *Kanva* -2 dan *Morus alba* var. *Kokuso* merupakan murbei yang tahan di musim kemarau dan memiliki kandungan nutrisi tinggi (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020).

Teknik budi daya tanaman murbei meliputi penyediaan bibit dengan stek batang berasal tanaman unggul yang telah berumur 1 tahun setelah tanam atau 3–4 bulan setelah pemangkasan. Penye-

diaan dan pengolahan tanah yang kemudian dilanjutkan dengan penanaman. Pola tanam monokultur dengan kepadatan penanaman yang disarankan, yaitu 20.800 batang/Ha dengan jarak tanam 1,2 m x 0,4 m, sedangkan pola tumpang sari populasi tanaman minimal 10.000 batang/Ha. Pemupukan tanaman menggunakan pupuk organik (pupuk kandang) dan anorganik (urea, TSP, dan KCL) (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Produksi daun murbei berbeda pada musim hujan dan kemarau. Produksi dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya genetik, tempat tumbuh, dan faktor lingkungan lainnya (Andadari dkk., 2013).

Domestikasi tanaman murbei telah dimulai ribuan tahun yang lalu sebagai pakan pada pemeliharaan ulat sutra. Pakan ulat sutra hanya memanfaatkan daun yang muda, sedangkan sisa produksi yang lain berupa kotoran ulat sutra dan hijauan dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Saat ini ketertarikan pemanfaatan tanaman murbei (daun dan batang muda) sebagai pakan mengalami peningkatan, hal tersebut karena kandungan nutrisi yang tinggi dari tanaman murbei ini (Sanchez, 2002). Kandungan protein yang tinggi pada tanaman murbei (>20%) menjadi potensi untuk dimanfaatkan sebagai pakan kambing (Yulistiani, 2012).

Tanaman murbei memiliki kandungan nutrisi, yaitu protein kasar 22–23%, total gula 8–10%, *neutral detergent fiber* (NDF) 10–40%, *acid detergent fiber* (ADF) 35%, mineral 12–18%, selulosa 21,8%, dan hemiselulosa 10–40% (Datta dkk., 2002). Komposisi kimia pada biomassa tanaman murbei sangat variatif baik pada daun, batang, ataupun bagian tumbuhan secara keseluruhan. Nilai nutrisi yang tinggi terdapat pada daun dibandingkan batang. Kandungan protein pada daun, yaitu 15,0–35,9% dan lebih rendah pada kandungan dinding sel 26,1–47,2% (Yulistiani dkk., 2008). Daun murbei mengandung komponen dinding sel, yaitu lignin 3,18% dan silika 0,06%, kandungan tersebut relatif rendah sehingga tidak mengurangi kualitas dari daun murbei (Syahrir, 2009).

Nilai nutrisi tanaman murbei yang tinggi dan memiliki kemampuan *fermentable* terhadap protein dan energi sehingga mampu

meningkatkan pencernaan pakan dasar dengan kualitas nutrisi yang rendah utamanya pakan serat yang berasal dari limbah pertanian, serta tanaman murbei mampu menggantikan pakan konsentrat dengan nilai ekonomis yang tinggi (Yulistiani, 2012).

Daun murbei memiliki potensi menggantikan konsentrat dalam ransum karena mengandung nutrisi yang baik dan zat anti nutrisi yang kecil. Senyawa 1-*deoxynojirimycin* yang terkandung dalam ekstrak daun murbei dapat menjadi agen pelepasan karbohidrat nonstruktural dalam rumen khususnya maltosa. Ekstrak daun murbei terfermentasi mampu mengurangi dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh senyawa 1-*deoxynojirimycin* pada sistem rumen. Daun murbei mampu menyubstitusi 50% konsentrat dalam pakan dengan serat jerami padi dan mampu meningkatkan produktivitas pada ternak ruminansia (Syahrir, 2009).

Tabel 4.3 Kandungan Nutrisi pada Daun Murbei

Spesies	Jenis daun	Kadar air (%)	SK (%)	PK (%)	LK (%)	Abu (%)	BETN (%)	Energi (Kal/g)
<i>Morus cathayana</i>	Daun muda	73,69	8,45	19,09	3,71	9,22	59,53	4408
	Daun tua	70,78	16,80	16,39	5,46	14,08	47,61	4248
<i>Morus alba</i>	Daun muda	69,89	10,21	22,59	4,10	9,83	53,26	4522
	Daun tua	69,50	10,57	22,10	6,09	14,43	46,81	4241
<i>Morus multicaulis</i>	Daun muda	74,64	12,56	21,99	3,70	9,9	51,85	4519
	Daun tua	75,13	19,66	5,09	16,86	44,32	14,05	3541

Keterangan: serat kasar (SK), protein kasar (PK), lemak kasar (LK), bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN)

Sumber: Ekastuti (1996)

$C_6H_{13}NO_4$ adalah rumus kimia dari *deoxynojirimycin* yang merupakan senyawa dengan struktur yang mirip glukosa, namun pada rantai aromatik senyawa *deoxynojirimycin* terdapat gugus

nitrogen. *Deoxynojirimycin* adalah analog glukosa dengan kemampuan menghambat glukosidase. *Deoxynojirimycin* juga mengikat dengan ikatan substrat aktif glukosidase I, II, dan sebagai penghambat yang bersifat kompetitif, yaitu berkompetisi dengan substrat untuk melekat dengan sisi aktif enzim glukosidase selama terjadi proses katalisis yang dilakukan oleh enzim (Hettkamp dkk., 1984).



Foto: Fitriawaty (2021)

Gambar 4.2 Tanaman Murbei (*Morus* sp.)

C. Proses Pembuatan Silase Pakan Lengkap Jerami dan Biomassa Murbei

Penyusunan formulasi silase pakan lengkap membutuhkan bahan, di antaranya jerami padi, biomassa murbei (semua bagian tanaman

kecuali akar dan batang tua), konsentrat, molases⁺, dan silo dari bahan kantong plastik tebal. Peralatan yang digunakan adalah *copper* (pencacah jerami), timbangan, terpal, dan sekop.

Dalam proses pembuatan silase pakan lengkap ini tidak ditam-
bahkan inokulum bakteri, tetapi mengandalkan bakteri asam laktat
yang melekat pada bahan utama yang digunakan. Pembuatan silase
diawali membuat formula molases⁺ dengan bahan utama molases dan
urea dengan formulasi dan kandungan nutrisi terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Formula dan Kandungan Nutris Molases⁺

Bahan baku pakan lokal yang tersedia	PK (%)	TDN (%)	Molases ⁺		
			% dalam ransum	%protein kasar	%TDN
Molases	3,1	70,7	94	2,9	66,5
Urea	288,0	100	6	17,3	6,0
Total kandungan			100	20,2	72,5

Keterangan: protein kasar (PK), *Total digestible nutrient* (TDN)

Sumber: Fitriawaty (2015)

Susunan formula konsentrat yang digunakan pada silase pakan
lengkap ini terdiri dari konsentrat komersial, dedak halus, bungkil
kelapa, dan mineral dengan formula seperti tampak pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Formula Konsentrat

Konsentrat	PK (%)	TDN (%)	Formula Konsentrat		
			%dalam ransum	PK (%)	TDN (%)
Dedak halus	12	67	41	4,9	27,5
Konsentrat Komersil	35	80	30	10,5	24
Bungkil kelapa	21,2	81	25	5,3	20,3
Garam	-	100	2	-	2
Mineral	-		2	-	-
Total			100	20,7	73,7

Keterangan: Konsentrat komersial pada susunan ransum mengandung tepung ikan,
bungkil kedelai, tepung tulang, bungkil kacang tanah, pecahan gandum, kanola, tepung
daun vitamin, kalsium, fosfat, *trace mineral*.

Sumber: Fitriawaty (2015)

Proses pembuatan silase pakan lengkap mengikuti langkah-langkah berikut.

1. Pengumpulan bahan utama silase, yaitu jerami padi dan bio-massa murbei kemudian dilakukan pencacahan. Pencacahan bahan menggunakan mesin *copper* atau dapat dicacah secara manual menggunakan parang.



Foto: Afandi dan Indah Istiana Karim (2021)

Gambar 4.3 Panen Tanaman Murbei dan Jerami Padi yang Telah Dicacah

2. Jerami padi yang telah dicacah diberikan perlakuan dengan menambahkan formula molases⁺ dan formula tersebut disebut dengan jerami padi⁺, dengan formula dan kandungan nutrisi terlihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Formula Jerami Padi⁺

Bahan baku pakan lokal yang tersedia	PK (%)	TDN (%)	Jerami Padi ⁺		
			% dalam ransum	% protein kasar	% TDN
Jerami padi	5,1	48	95	4,8	45,6
Molases ⁺	20,2	70,7	5	1	3,5
Total			100	5,8	49,1

Sumber: Fitriawaty (2015)

3. Mencampurkan jerami padi⁺, konsentrat, dan biomassa murbei hingga homogen. Penggunaan biomassa murbei dapat menggantikan konsentrat dalam pakan hingga 40%. Formulasi dan kandungan nutrisinya pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Formulasi Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei

Bahan baku pakan	Persentase kandungan dalam ransum			
Jerami Padi ⁺	50	50	50	50
Konsentrat	40	30	20	10
Biomassa Murbei	10	20	30	40
Nutrisi Pakan	Ketersediaan dalam ransum (%)			
% Protein Kasar	13,3	13,4	13,4	13,4
% TDN	60,2	59	56,6	56,6

Sumber: Fitriawaty (2015)

4. Ransum yang telah homogen dimasukkan ke dalam silo plastik dan dipadatkan dengan menggunakan pres hidrolik. Perlu diperhatikan kepadatan dan kerapatan silo agar tidak ada udara yang masuk ke dalam silo untuk meminimalkan kerusakan silase.



Foto: Afandi (2021)

Gambar 4.4 Proses Pembuatan Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei

5. Silase difermentasi selama 21 hari. Setelah proses fermentasi, silase bisa dipanen dan diberikan kepada kambing. Sebelum

diberikan kepada kambing, kualitas fisik silase sebaiknya diamati, meliputi aroma, warna, tekstur, dan kontaminasi jamur.

6. Sebelum diberikan pada ternak sebaiknya silase diangin-anginkan 15 menit di udara terbuka.



Foto: Fitriawaty (2021)

Gambar 4.5 Silase yang Sedang Difermentasi

Secara singkat proses pembuatan silase pakan lengkap jerami padi dan biomassa murbei dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini.

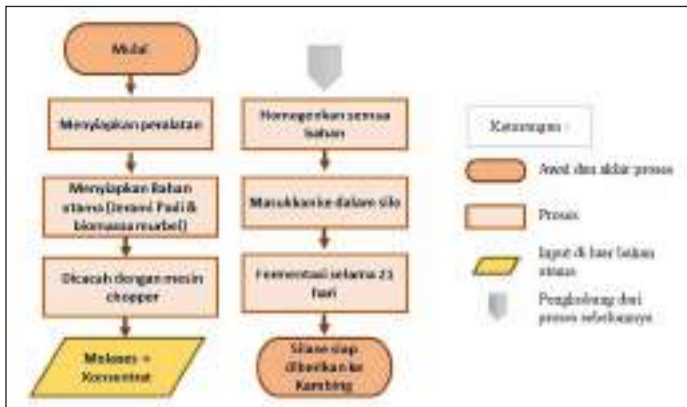


Foto: Fitriawaty (2021)

Gambar 4.6 Silase yang Sedang Difermentasi

D. Kualitas Fisik Silase Pakan Lengkap Jerami dan Biomassa Murbei

Kualitas silase pakan lengkap menjadi perhatian sebelum diberikan pada ternak. Secara fisik, kualitas silase dapat dinilai dengan memperhatikan aroma yang dihasilkan, tingkat kemasaman (pH), aroma, warna, dan kerusakan karena kontaminasi jamur.



Foto: Indah Istiana Karim (2021)

Gambar 4.7 Silase yang Sedang Difermentasi

Dari hasil pengamatan, kualitas fisik silase pakan lengkap jerami padi dan biomassa murbei merupakan silase dengan kualitas baik. Pada silase jerami yang mengalami proses fermentasi yang tepat, nilai pH berada pada kisaran 4,0 sampai 5,5. pH yang lebih rendah menunjukkan produksi asam yang lebih tinggi (Jones dkk., 2004).

Tabel 4.8 Kualitas Fisik Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei

Kualitas fisik silase	Persentase biomassa murbei menggantikan konsentrat			
	40%	30%	20%	10%
Persentase kerusakan (%)	2,68	2,06	1,70	0,71
pH	4,2	4,1	4,1	4,4

Sumber: Fitriawaty (2015)

Nilai pH yang cenderung sama pada silase disebabkan oleh tingginya kandungan protein pada bahan yang digunakan sehingga dapat menyebabkan *buffering capacity*. Selama proses *ensilase* dapat terjadi peningkatan *buffering capacity* karena adanya proses produksi

asam-asam organik, seperti asam sulfat dan nitrat yang tinggi sehingga menghambat penurunan pH. Kandungan protein yang tinggi menghasilkan silase dengan pH yang cukup tinggi, karena kandungan protein tinggi pada bahan baku menghambat penurunan pH yang disebabkan oleh produksi *buffering capacity* (Knický, 2005).

Kerusakan pada silase umum terjadi dan disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya kandungan air yang tinggi pada bahan yang digunakan, serta kerusakan atau kebocoran pada silo yang menyebabkan udara masuk. Semakin tinggi penggunaan murbei dalam ransum maka akan semakin tinggi persentase kerusakan. Hal ini dapat disebabkan kandungan air yang tinggi pada bahan yang digunakan. Ekastuti (1996) menyebutkan kadar air pada murbei ialah 68,89% pada daun muda dan 69,59% pada daun tua. Kerusakan silase pakan lengkap dengan penggunaan murbei menggantikan konsentrat dalam ransum berada dalam kisaran 0,71–0,68%. Persentase kerusakan tersebut masih berada di bawah ambang batas maksimum kerusakan, yaitu 5%, sehingga masih dapat digolongkan sebagai silase dengan kualitas baik (Johnson dkk., 1998).

Silase yang dihasilkan tidak ada perubahan warna yang signifikan dari warna bahan utama yang digunakan, yaitu berwarna kuning kecokelatan (berwarna khas jerami) dan beraroma asam khas fermentasi serta tidak ditemui pembusukan dalam silase tersebut. Silase yang rusak dapat ditinjau dari warna cokelat kehitaman, berbau busuk, dan tekstur silase yang rapuh dan banyak ditumbuhi jamur. Umumnya kerusakan ini ditemui pada permukaan penutup silo (Ratnakomala dkk., 2006).

Silase bisa mengalami perubahan warna selama proses *ensilase* dan tergantung dari bahan baku yang digunakan. Perubahan warna tersebut berbeda-beda, ada yang mengalami sedikit perubahan dan ada yang banyak mengalami perubahan warna. Perubahan warna tersebut bisa disebabkan karena adanya pengaruh suhu yang meningkat pada proses *ensilase* dan bahan baku yang digunakan. Suhu yang tinggi pada proses *ensilase* memicu terjadinya reaksi *Maillard* yang menyebabkan warna kecokelatan pada silase (González dkk., 2007).

E. Kualitas Nutrisi Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei

Kandungan nutrisi jerami padi tanpa perlakuan tentu berbeda dengan jerami padi yang telah dibuat silase pakan lengkap dengan penggunaan biomassa murbei, perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Kandungan Nutrisi Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei

Kandungan Nutrisi	Jerami padi tanpa perlakuan ¹	Persentase biomassa murbei menggantikan konsentrat ²			
		40%	30%	20%	10%
Protein Kasar (%)	4,47	18,15	15,54	14,28	15,04
Lemak kasar (%)	1,2	4,67	4,15	4,17	4,19
Serat Kasar (%)	37,6	35,67	34,97	31,33	29,31
BETN (%)	41,78	23,62	28,91	34,58	35,90

Keterangan: bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN)

Sumber: ¹Mayulu & Suhardi (2016); ²Fitriawaty (2015)

Kandungan protein silase pakan lengkap dengan menggunakan biomassa murbei berada pada kisaran 14,28%–18,15%. Kandungan protein kasar pada silase dapat dipengaruhi oleh kemampuan bakteri asam laktat mendegradasi protein (Kuncoro dkk., 2015). Bakteri mendegradasi bahan organik, seperti gula, pati, selulosa hemiselulosa, dan protein untuk pertumbuhannya (Kalsum & Sjojan, 2008). Populasi bakteri asam laktat pada silase jerami padi yang tanpa penambahan zat aditif dengan lama fermentasi 30 hari, yaitu $5,20 \text{ Log}_{10} \text{ cfu/g}$ (Zhao dkk., 2021). Kandungan protein tersebut dapat memenuhi kebutuhan protein kasar pada ternak kambing yang masih dalam masa pertumbuhan. Dalam tubuh protein berperan dalam pertumbuhan jaringan baru, perbaikan jaringan tubuh, metabolisme energi, sebagai enzim esensial, serta membantu metabolisme zat-zat vital mendukung fungsi tubuh (Anggorodi, 1995).

Lemak kasar pada silase pakan lengkap berada pada kisaran 4,15–4,67%. Kandungan lemak dalam silase pakan lengkap ini selain sifatnya tersedia secara alami dalam pakan tanpa adanya penambahan

lemak dan asam lemak, juga bisa didapatkan dari bakteri asam laktat pada proses fermentasi. Bakteri asam laktat mampu menghasilkan enzim lipase sehingga dapat menghidrolisis molekul lemak menjadi molekul gliserol dan asam lemak. Molekul ini dapat digunakan oleh bakteri untuk menyintesis lemak pada bakteri dan komponen sel lainnya (Benson, 2001).

Semakin tinggi penggunaan biomassa murbei pada silase pakan lengkap ini maka semakin tinggi kandungan serat kasar dari silase pakan lengkap. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan serat kasar yang terdapat pada batang murbei yang tinggi. Serat kasar merupakan sumber energi bagi kambing. Serat yang cukup atau hijauan yang berkualitas mampu meningkatkan kualitas kesehatan dan performa yang lebih baik. Serat dalam pakan menjaga fungsi rumen dengan baik. Hal tersebut disebabkan adanya peningkatan fungsi ruminasi dan saliva. Rumen kambing dapat berfungsi dengan baik jika pakan mengandung konsentrasi serat yang tinggi. Perpanjangan proses ruminasi pada kambing membantu keseimbangan keasaman dalam rumen dan menguntungkan mikrob pencernaan serat dalam rumen (Spencer, 2018). Kambing kurang mampu beradaptasi dengan pakan konsentrat yang tinggi, berbeda dengan sapi dan domba, sehingga dalam pemberian pakan dengan konsentrat yang tinggi sebaiknya mempertahankan minimal 12% serat kasar dalam pakan (Hart, 2015).

Kandungan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) yang tinggi terdapat pada silase yang mendapatkan penambahan konsentrat yang lebih banyak dibandingkan penambahan biomassa murbei. Penurunan serat kasar dan BETN mungkin disebabkan oleh proses degradasi mikrob pada saat masa fermentasi silase. Penurunan kandungan serat kasar disebabkan oleh terjadinya degradasi enzimatis oleh bakteri dari komponen penyusun serat, seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignoselulosa menjadi gula sederhana. Proses tersebut menyebabkan penurunan kadar BETN silase (Tillman dkk., 1998). Komponen penyusun BETN adalah karbohidrat non-struktural yang terdiri dari monosakarida dan pati (Budiman dkk., 2006).

1. Kandungan Komponen Serat

Kualitas nutrisi pakan juga dapat dilihat dari kandungan komponen serat di dalamnya. Tabel 4.9 menunjukkan perbedaan kandungan komponen serat pada jerami padi tanpa perlakuan dengan silase jerami padi dan biomassa murbei.

Tabel 4.10 Kandungan Komponen Serat pada Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei

Komponen Serat	Jerami padi tanpa perlakuan ¹	Persentase Biomassa Murbei Mengganti- kan Konsentrat ²			
		40%	30%	20%	10%
ADF (%)	59,48	46,79	45,37	47,38	41,25
NDF (%)	80,28	56,40	57,01	55,31	54,80
Selulosa (%)	25,19	30,74	31,18	29,69	24,83
Hemiselulosa (%)	20,80	9,61	11,64	7,93	13,55
Lignin (%)	30,14	11,68	9,17	9,92	10,95

Keterangan: *Acid detergent fiber* (ADF), *Neutral detergent fiber* (NDF)

Sumber: ¹Amin dkk. 2015; ²Fitriawaty (2015)

Neutral detergent fiber (NDF) merupakan kandungan dinding sel yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, protein, dan lignin yang saling berikatan dengan dinding sel. Sementara itu, *Acid detergent fiber* (ADF) merupakan kandungan selulosa dan lignin dari dinding sel tanaman (Suparjo, 2010).

Kandungan komponen serat pada pakan merupakan salah satu indikator tingkat pencernaan. Terjadinya perbedaan kandungan NDF pada penggunaan biomassa murbei dalam silase pakan lengkap menunjukkan bahwa saat proses fermentasi silase telah terjadi pemecahan selulosa dinding sel. Menurunnya kadar NDF menunjukkan telah terjadi pemecahan selulosa pada dinding sel sehingga pakan akan lebih muda dicerna oleh ternak.

Selulosa adalah substansi yang tidak terlarut dalam air, terdapat dalam dinding sel tanaman utamanya pada tangkai, batang, dan semua bagian tumbuhan yang mengandung kayu. Selulosa adalah homopolisakarida dengan molekul yang berbentuk linear, tidak memiliki cabang, dan terdiri atas 10.000–15.000 unit glukosa dan dihubungkan dengan ikatan β -1,4 glikosida (Nelson & Cox, 2000).

Komposisi kimia bahan pakan utamanya adalah kandungan serat dan protein yang memengaruhi pencernaan pakan dalam rumen, selain itu kondisi fermentasi N-NH³, produksi VFA, dan pH juga memengaruhi pencernaan pakan selama proses fermentasi dalam rumen (Wajizah dkk., 2015).

Pada ruminansia, serat merupakan sumber energi utama dan juga memberi kontribusi energi bagi mikroorganisme yang terdapat pada rumen dan usus besar. Ketersediaan energi dari hijauan tidak hanya sebatas konsentrasi dan distribusi serat, namun serat yang dicerna secara lambat dan tidak sempurna (Natsir, 2012).

F. Respons Kambing Terhadap Silase Pakan Lengkap

Respons kambing Peranakan Ettawa terhadap silase pakan lengkap jerami padi dan biomassa murbei menunjukkan respons yang baik utamanya pada tingkat konsumsi dan pencernaan pakan.

Tabel 4.11 Tingkat Konsumsi Kambing Terhadap Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei

Tingkat Konsumsi	Persentase Biomassa Murbei Menggantikan Konsentrat			
	40%	30%	20%	10
Konsumsi BK (gr/ekor/hari)	266,27	263,67	328,2	179,1
Konsumsi BK (%berat badan)	1,96	2,22	2,35	1,39

Keterangan: bahan kering (BK)

Sumber: Fitriawaty (2015)

Tingkat konsumsi bahan kering dipengaruhi oleh tingkat palatabilitas atau kesukaan ternak pada ransum tersebut. Kambing PE cenderung menyukai ransum yang mendapatkan penambahan biomassa murbei yang lebih tinggi. Salah satu faktor esensial sebagai dasar hidup pokok ternak dan produksi adalah konsumsi. Konsumsi bahan kering dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kondisi ternak (bobot badan, kondisi fisiologis, jenis kelamin, masa pertumbuhan), lingkungan, palatabilitas, karakteristik pakan (pencernaan), dan keseimbangan kandungan nutrisi dalam ransum (Arora, 1995; Purnamasari dkk., 2018)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Rata-rata konsumsi pakan ialah 1,39–2,35% dari berat badan ternak. Ternak ruminansia mengonsumsi pakan sesuai dengan yang dibutuhkan dengan konsumsi bahan kering sekitar 2–3% dari berat badan ternak. Hal tersebut telah mencukupi kebutuhan nutrisi utamanya kebutuhan energi dan protein untuk hidup pokok atau produksi (Parakkasi, 1998).



Foto: Fitriawaty (2021)

Gambar 4.8 Uji In Vivo pada Kambing Peranakan Ettawa

Tabel 4.12 menunjukkan tingkat pencernaan silase dengan bahan utama jerami padi dan biomassa murbei, yang meliputi pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik.

Tabel 4.12 Tingkat Kecernaan Kambing Terhadap Silase Pakan Lengkap Jerami Padi dan Biomassa Murbei

Kecernaan	Persentase Biomassa Murbei Menggantikan Konsentrat			
	40%	30%	20%	10
Kecernaan BK(%)	29,13	32,78	45,43	14,53
Kecernaan BO (%)	66,16	66,47	73,27	28,99
Kecernaan SK (%)	59,72	60,45	70,65	26,83
Kecernaan BETN (%)	78,97	70,11	79,45	47,55

Keterangan: bahan kering (BK), bahan organik (BO), serat kasar (SK), bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN)

Sumber: Fitriawaty (2015)

Tingkat pencernaan bahan kering yang tinggi pada ransum disebabkan proses fermentasi silase. Proses tersebut menyebabkan perenggangan ikatan-ikatan serat sehingga meningkatkan pencernaan bahan kering ransum pada pengujian *in vivo* kambing PE. Dalam proses fermentasi, mikroba mampu memecah komponen yang kompleks menjadi zat yang lebih sederhana untuk dicerna oleh ternak serta memecah ikatan selulosa dan hemiselulosa menjadi gula-gula sederhana dan turunannya yang mudah untuk dicerna (Widayati & Widalestari, 1996).

Kecernaan bahan kering erat kaitannya dengan pencernaan bahan organik karena sebagian besar bahan kering terdiri dari bahan organik, perbedaan keduanya terletak hanya pada kadar abu. Tingginya pencernaan bahan kering dan bahan organik dapat menjadi indikator kualitas pakan. Semakin tinggi tingkat pencernaan bahan kering dan bahan organik pakan maka semakin tinggi peluang zat nutrisi dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak (Arora, 1995).

Tingkat pencernaan bahan kering dan bahan organik pada silase jerami padi dan biomassa murbei diikuti dengan tingkat pencernaan serat kasar dan BETN. BETN merupakan zat terlarut dalam pakan dan mudah mengalami degradasi dalam rumen. Pakan dengan kandungan fraksi yang mudah terdegradasi oleh mikroba dan larut dalam rumen akan meningkatkan konsumsi suatu pakan (Hadi dkk., 2011). Tingkat konsumsi bahan kering yang tinggi akan memengaruhi besarnya zat nutrisi yang dikonsumsi (Kamal, 1994).

BAB V

MENDUKUNG PENGEMBANGAN KAMBING DENGAN TEKNOLOGI SILASE PAKAN LENGKAP

Pengembangan ternak kambing di Indonesia memiliki prospek sangat baik dengan modal usaha yang kecil, reproduksi cepat, dapat diusahakan dalam skala rumah tangga, dan memiliki segmen pasar sendiri utamanya dalam perayaan keagamaan, budaya, dan kearifan lokal. Umumnya ternak kambing dikembangkan dalam skala usaha kecil dan menengah, bahkan dijadikan sebagai usaha sampingan oleh masyarakat perdesaan. Pada peternakan rakyat, ternak kambing masih dipelihara dengan pola semiintensif dan minim sentuhan teknologi dengan sumber pakan tergantung pada sumber daya alam sekitar (rumput alam dan limbah pertanian).

Sentuhan teknologi pakan tentu sangat mendukung pengembangan ternak kambing utamanya yang diusahakan dalam peternakan rakyat. Keseimbangan nutrisi pakan akan memengaruhi performa produksi kambing sehingga dapat memberi keuntungan dalam usaha ternak kambing. Silase merupakan teknologi pengolahan pakan yang telah banyak diteliti di Indonesia dan dimanfaatkan oleh usaha-usaha peternakan berbasis industri. Akan tetapi, teknologi ini belum banyak dimanfaatkan oleh peternak pada skala rumah tangga, khususnya peternakan kambing di wilayah Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi silase pakan lengkap dengan bahan dasar jerami padi dengan tanaman murbei sebagai pakan kambing sangat potensial untuk dimanfaatkan oleh masyarakat.

Ketersediaan jerami padi yang merupakan limbah pertanian akan melimpah pada musim panen dan umumnya masyarakat belum memanfaatkan limbah tersebut sebagai pakan ternak secara optimal. Selain itu, jerami padi juga memiliki kekurangan jika diberikan langsung ke ternak sebagai pakan karena kandungan nutrisi yang kurang dengan tingkat pencernaan yang rendah. Sementara itu, tanaman murbei melalui beberapa penelitian disebutkan memiliki kandungan nutrisi yang tinggi di antaranya protein kasar 22–23%, NDF 10–40%, ADF 35%, selulosa 21,8%, dan hemiselulosa 10–40% serta kandungan mineral 12–18%. Kandungan nutrisi yang tinggi pada tanaman murbei berpotensi menggantikan konsentrat dalam pakan.

Silase pakan lengkap dengan bahan dasar jerami padi dan biomassa tanaman murbei menunjukkan hasil yang baik, hal tersebut ditinjau dari kualitas fisik dan kandungan nutrisi silase yang mampu memenuhi kebutuhan nutrisi kambing. Selain itu, melalui uji coba *in vivo* atau uji coba langsung pada ternak kambing menunjukkan respons yang baik pada konsumsi bahan kering dan bahan organik serta pencernaan nutrisi pakan.

Pemanfaatan sumber daya hayati berupa limbah pertanian dan tanaman lokal diharapkan mampu mendukung kemandirian pakan pada peternakan rakyat dan mewujudkan peternakan kambing berbasis integrasi padi kambing dengan sistem *zero waste*. Kemandirian pakan bagi peternakan rakyat dapat memberi dampak positif terhadap kelestarian lingkungan dan mendukung peningkatan kesejahteraan peternak. Buku ini diharapkan dapat memberi informasi kepada peternak, penyuluh, praktisi peternakan, dan mahasiswa secara praktis dan dapat diaplikasikan dengan mudah dalam kehidupan sehari-hari.

Daftar Pustaka

- Agustini, N. (2010). *Petunjuk praktis manajemen pengelolaan limbah pertanian untuk pakan ternak sapi*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NTB.
- Ahmad, R. Z. (2018). Medium tapioka untuk preservasi kapang yang bermanfaat untuk veteriner. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.46638/jmi.v2i1.36>
- Aini, F. N., Likah, S., & Nurlaili. (2021). Mapping the potential of food crop by-products as feed to support the increasing of beef cattle population In Malang District. *Pastura: Journal of Tropical Forage Science*, 10(2), 101–106. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/pastura/article/view/73059/39506>
- Alvianto, A., Muhtarudin, & Erwanto. (2015). Pengaruh penambahan berbagai jenis sumber karbohidrat pada silase limbah sayuran terhadap kualitas fisik dan tingkat palatabilitas silase. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(4), 196–200. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIPT/article/view/1097/1002>
- Amin, M., Hasan, S. D., Yanuarianto, O., & Iqbal, M. (2015). Pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas jerami padi amoniasi yang ditambah probiotik *Bacillus sp.* *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 1(1), 11–17. <https://doi.org/10.29303/jitpi.v1i1.4>
- Amin, M., Hasan, S. D., Yanuarianto, O., Iqbal, M., & Karda, I. W. (2016). Peningkatan kualitas jerami padi menggunakan teknologi amoniasi fermentasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 2(1), 96–103. <https://doi.org/10.29303/jitpi.v1i1.4>

- Andadari, L., Pudjiono, S., & Suwandi, & Rahmawati, T. (2013). *Budidaya murbei dan ulat sutra*. Forda Press.
- Anggorodi, R. (1995). *Ilmu makanan ternak umum*. Gramedia Pustaka.
- Arora, S. P. (1995). *Pencernaan mikrob pada ruminansia*. Gadjah Mada University Press.
- Atmosoedarjo, S., Kartasubrata, J., Kaomini, M., Saleh, W., & Moerdoko, W. (2000). *Sutera alam indonesia*. Yayasan Sarana Wana Jaya.
- Badrudin, U. (2011). Teknologi amoniasi untuk mengolah limbah jerami padi sebagai sumber pakan ternak bermutu di Desa Pabuaran Kecamatan Bantarbolang Kabupaten Pemalang. *Abdimas*, 15(1), 52–58. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/abdimas/article/view/2875/2920>
- Balai Persuteraan Alam. (2007). *Petunjuk teknis budidaya tanaman murbei (Morus sp.)*. Direktorat Jenderal Rehabilitas Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan.
- Batubara, A., Mahmilia, F., Inounu, I., Tiesnamurti, B., & Hasinah, H. (2012). *Rumpun kambing kacang di Indonesia*. IAARD Press.
- Benson. (2001). *Microbiological applications. laboratory manual in general microbiology. Eighth Edition*. McGraw-Hill Science Company.
- Bolsen, K. K., Ashbell, G., & Wilkinson, J. M. (1995). Silage additives. Dalam R. J. Wallace, & A. Chesson (Ed.), *Biotechnology in animal feeds and animal feeding* 33–54. VCH Verlagsgesellschaft mbH. DOI:10.1002/9783527615353
- Bonewati, Y., Yunus, E., Hasman, & Sirajuddin, S. N. (2018). Tingkat daya saing usaha ternak kambing di Kabupaten Jeneponto, Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Peternakan*, 1(2), 88–91.
- BPS Sulawesi Barat. (2022). *Badan pusat statistik Sulawesi Barat*. <https://sulbar.bps.go.id/subject/24/peternakan.html#subjekViewTab3>
- BPS Sulawesi Selatan. (2022). *Badan pusat statistik Sulawesi Selatan*. <https://sulsel.bps.go.id/subject/24/peternakan.html#subjekViewTab3>
- Budiman, A., Dhalika, T., & Ayuningsih, B. (2006). Uji pencernaan serat kasar dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) dalam ransum lengkap berbasis hijauan daun pucuk tebu (*Saccharum officinarum*). *Jurnal Ilmu Ternak*, 6(2), 132–135.

- Campbell, B. (2014). Small-scale silage production a resource for smallholder farmers [Master Thesis, Colorado State University]. Academia. https://www.academia.edu/11444994/Small_Scale_Silage_Production_A_Resource_for_Smallholder_Farmers
- Chalisty, V. D., Utomo, R., & Bachruddin, Z. (2017). Pengaruh penambahan molases, *lactobacillus plantarum*, *trichoderma viride* dan campurannya terhadap kualitas total campuran hijauan. *Buletin Peternakan*, 41(4), 431–438. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v41i4.17337>
- Cherney, D. J. R. (2000). Characterization of forages by chemical analysis. Dalam D. I. Givens, E. Owen, R. F. E. Axford, & H. M. Omed (Ed.), *Forage evaluation in ruminant nutrition* (281–300). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9780851993447.0281>
- Chiba, S., Chiba, H., & Yagi, M. (2005). *A guide for silage making and utilization in the tropical regions*. Japan Livestock Technology Association.
- Datta, R. K., Sarkar, A., Rama Mohan Rao, & P. Singhvi, N. R. (2002). Utilization of mulberry as animal fodder in India. Dalam M. D. Sánchez (Ed.), *Mulberry for animal production. Proceedings of an electronic conference carried out between May and August 2000* (183–188). Food & Agriculture Organization (FAO). <https://www.fao.org/3/X9895E/x9895e0h.htm#bm17>
- Davis, R. (2016). Silage storage. Dalam M. D. Sánchez (Ed.), *Mulberry for Animal Production: Proceedings of an electronic conference carried out between May and August 2000* (183–188). Food & Agriculture Organization (FAO).
- de Almeida, J. E., & Fonseca, T. C. (2002). Mulberry germplasm and cultivation in Brazil. Dalam M. D. Sanchez (Ed.), *Mulberry for Animal Production: Proceedings of an electronic conference carried out between May and August 2000* (73–95). Food & Agriculture Organization (FAO). <https://www.fao.org/3/X9895E/x9895e06.htm#bm06>
- Dirjen PKH. (2014). *Pedoman pembibitan kambing dan domba yang baik*. Direktorat Perbibitan Ternak, Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan hewan, Kementerian Pertanian.
- Dirjen PKH. (2021). *Statistik peternakan dan kesehatan hewan 2021* (A. Ramdhany D & L. Ermansyah, Ed.). Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian RI.

- Ediset. (2020). *Introduksi inovasi peternakan rujukan akdemisi dan praktisi peternakan*. Andalas University Press. <http://repo.unand.ac.id/37419/1/Ediset-Introduksi%20Inovasi-Lay%20out.pdf>
- Ekastuti, D. R. (1996). *Pemeliharaan berbagai jenis tanaman murbei*. Laporan Penelitian. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.
- Elieser, S., Doloksaribu, M., & Batubara, A. (2014). Beberapa faktor yang memengaruhi kinerja produksi induk kambing. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 355–362. <http://medpub.litbang.pertanian.go.id/index.php/semnas-tpv/article/view/2347/1794>
- Fernandez, D. & Ahrens, C. (2016). *Nutrition of meat goats*. University of Arkansas, United States Department of Agriculture and Country Governments Cooperating. <https://www.uaex.uada.edu/publications/pdf/MP427.pdf>
- Fitriawaty. (2015). *Evaluasi pakan lengkap berbentuk silase yang diformulasi dengan bahan utama jerami padi dan biomassa murbei pada ternak kambing*, [Tesis, Program Pascasarjana Ilmu dan Teknologi Peternakan, Universitas Hasanuddin].
- Ginting, S. P. (2009). Prospek penggunaan pakan komplit pada kambing: tinjauan manfaat dan aspek bentuk fisik pakan serta respon ternak. *Wartazoa*, 19(2), 64–75. <http://medpub.litbang.pertanian.go.id/index.php/wartazoa/article/view/923/932>
- González, J., Faría-Mármol, J., Rodríguez, C. A., & Martínez, A. (2007). Effects of ensiling on ruminal degradability and intestinal digestibility of italian rye-grass. *Animal Feed Science and Technology*, 136(1–2), 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.08.022>
- Gustiani, E. & Permadi, K. (2015). Kajian pengaruh pemberian pakan lengkap berbahan baku fermentasi tongkol jagung terhadap produktivitas ternak sapi PO di Kabupaten Majalengka. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 17(1), 12–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.25077/jpi.17.1.12-18.2015>
- Hadi, R. F., Kustantinah, & Hartadi, H. (2011). Kecernaan *in sacco* hijauan leguminosa dan hijauan non-leguminosa dalam rumen sapi peranakan ongole. *Buletin Peternakan*, 35(2), 79–85. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v35i2.594>

- Hart, S. (t.t). Introduction to goat nutrition. luresext. Diakses pada 19 Oktober, 2021, dari <http://www.luresext.edu/?q=content/nutrients>
- Hartati. (2015). *Analisis fenotip ulat sutra (Bombyx mori L.) hasil persilangan ras Jepang, China dan Rumania*. Global Research and Consulting Institute (Global-RCI).
- Haryanto, B. & Djajanegara, A. Pemenuhan kebutuhan zat-zat makanan ternak ruminansia kecil. (1993). Dalam M. Wodzicka-Tomaszewska, I. M. Mastika, A. Djajanegara, S. Gardiner, & T. R. Wiradarya (Ed.), *Produksi kambing dan domba di Indonesia* (159–196). Sebelas Maret University Press.
- Hastang, Baba, S., Asnawi, A., & Dagong, M. I. A. (2018). Karakteristik peternak kambing di Kecamatan Tamalatea, Kabupaten Jenepono. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Persepsi III* (597–603). Unsrat Press.
- Hettkamp, H., Legler, G., & Bause, E. (1984). Purification by affinity chromatography of glucosidase i, an endoplasmic reticulum hydrolase involved in the processing of asparagines-linked oligosaccharides. *Eur. J. Biochem*, 142, 85–90. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1984.tb08253.x>
- Hirano, S. S. & Upper, C. D. (2000). Bacteria in the leaf ecosystem with emphasis on pseudomonas syringae —a pathogen, ice nucleus, and epiphyte. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64(3), 624–653. <https://doi.org/10.1128/membr.64.3.624-653.2000>
- Isnan, W. & Muin, N. (2015). “Tanaman Murbei” sumber hutan multi-manfaat. *Info Teknis Eboni*, 12(2), 111–119. <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/buleboni/article/view/5062/4482>
- Johnson, P. N., Grundy, H. F., & Stanway, A. P. (1998). The effect of an inoculant additive on the fermentation characteristics of grass silage and bovine performance. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, pp 144. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/s1752756200597968>
- Jones, C. M., Heinrichs, A. J., Roth, G. W., & Ishler, V. A. (2004). *From harvest to feed: understanding silage management*. extension.psu.edu. <https://extension.psu.edu/from-harvest-to-feed-understanding-silage-management> Pennstate Cooperative Extension College of Agricultural Sciences.

- Kalsum, U. & Sjoftan, O. (2008). Pengaruh waktu inkubasi campuran ampas tahu dan onggok yang difermentasi dengan *Neurospora sitophila* terhadap kandungan zat makanan. Dalam *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 226–227.
- Kamal, M. (1994). *Nutrisi ternak I rangkuman*. Gadjah Mada University Press.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Vademecum kehutanan indonesia 2020*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Knický, M. (2005). *Possibilities to Improve Silage Conservation: Effect of Crop, Ensiling Tecnology and Additive*, [Disertasi, Swedish...Science]. SLU Publication Database. <https://res.slu.se/id/publ/1276P>
- Kuncoro, D. C., Muhtarudin, & Fathul, F. (2015). Pengaruh penambahan berbagai starter pada silase ransum berbasis limbah pertanian terhadap protein kasar, bahan kering, bahan organik, dan kadar abu. *Jurnal Ilmiah Pertenakan Terpadu*, 3(4), 234–238. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIPT/article/view/1104/1009>
- Kurniasih, N. N., Fuah, A. M., & Priyanto, R. (2013). Karakteristik reproduksi dan perkembangan populasi kambing peranakan etawah di lahan pasca galian pasir. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan*, 1(3), 132–137. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/ipthp/article/view/15541/11445>
- Kurniawan, D., Erwanto, & Fathul, F. (2015). Pengaruh penambahan berbagai starter pada pembuatan silase terhadap kualitas fisik dan pH Silase ransum berbasis limbah pertanian. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(4), 191–195. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIPT/article/view/1096/1001>
- Maesya, A. & Rusdiana, S. (2018). Prospek pengembangan usaha ternak kambing dan memacu peningkatan ekonomi peternak. *Agriekonomika*, 7(2), 135–148. <https://doi.org/10.21107/agriekonomika.v7i2.4459>
- Makarim, A. K., Sumarno, & Suyamto. (2007). *Jerami Padi: pengelolaan dan pemanfaatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Makka, D. (2004). Tantangan dan peluang pengembangan agribisnis kambing ditinjau dari aspek perwilayahan sentra produksi ternak.

- Dalam B. Setiadi, P. Atien, D. Kusuma, S.P. Ginting, A. Misniwati, L. Yunia, I.G.A.P. Mahendri, & R. E. Pulungan, *Prosiding Lokakarya Nasional Kambing Potong 3–14*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan
- Mayulu, H. & Suhardi. (2016). Potensi dan daya dukung jerami padi sebagai pakan sapi potong di kalimantan timur. *JITP*, 4(3), 119–129. file:///D:/Downloads/1226-Article%20Text-2049-1-10-20161212%20(1).pdf
- Mickan, F. Martin, M. & Piltz, J. (2004). Silage storage. Dalam A. G. Kaiser, J. W. Piltz, H. M. Burns, & N. W. Griffiths (Eds.), *Successful Silage* (Edisi kedua, hal. 218–252). Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries. <https://cdn-prod.dairyaustralia.com.au/-/media/project/dairy-australia-sites/national-home/resources/2020/07/09/successful-silage-09-silage-storage/successful-silage-09-silage-storage.pdf?rev=4f933d9c92674a3dbf68669d7250d0ba>
- Muck, R. E., Kung, L., & Collins, M. (2020). Silage production. Dalam K. J. Moore, M. Collins, C. J. Nelson, & D. D. Redfearn (Ed.), *Forages Volume II* (Edisi ketujuh, hal. 767–787). Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119436669.ch42>
- Natsir, A. (2012). *Fibre utilization by ruminants*. Masagena Press.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2000). Lehninger principles of biochemistry, 3rd edition. *Chemical Educator*, 6(1), 69–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00897000455a>
- NRC. (1981). Nutrient requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries. Dalam *Nutrient Requirements of Domestic Animals*. National Academy of Sciences. <http://www.nap.edu/catalog/30.html%0D>
- Nuraeni, S. (2019). *Tantangan dalam mengurai benang kusut persuteraan alam*. Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.
- Pangestu, E. (2003). Evaluasi potensi nutrisi fraksi pucuk tebu pada ternak ruminansia. *Media Peternakan*, 5, 65–70.
- Parakkasi, A. (1998). *Ilmu nutrisi dan makanan ternak ruminan*. UI-Press.
- Partama, I. B. G. (2020). *Nutrisi dan pakan ternak ruminansia*. Udayana University Press. <http://erepo.unud.ac.id/id/eprint/20370/1/c138e4184115276ad83f8ebad5e786c8.pdf>

- Pembayun, I. H., Purnomoadi, A., & Dartosukarno, S. (2013). Tingkah laku makan kambing kacang yang diberi pakan dengan level protein-energi berbeda. *Animal Agriculture Journal*, 2(4), 31–36. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/aaj/article/view/11167/10835>
- Prayitno, A. H., Pantaya, D., & Prasetyo, B. (2020). *Buku panduan teknologi silase*. Politeknik Negeri Jember.
- Prihantoro, I., Aryanto, A., & Karti, P. D. M. H. (2018). Kemadirian pakan berbasis hijauan lokal untuk kerbau di provinsi banten. *Pastura*, 7(2), 83–87. <https://doi.org/10.24843/pastura.2018.v07.i02.p06>
- Priyanti, A. (2022). *Penerapan bioekonomi di sektor pertanian dalam mewujudkan kemandirian pakan*. IAARD Press.
- Purnamasari, L., Rahayu, S., & Baihaqi, M. (2018). Respon fisiologis dan palatabilitas domba ekor tipis terhadap limbah tauge dan kangkung kering sebagai pakan pengganti rumput. *Journal of Livestock Science and Production*, 2(1), 56–63. <https://doi.org/10.31002/jalspro.v2i1.684>
- Rashid, M. (2008). *Goats and their nutrition*. Manitoba Goat Association. <https://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/goat/pubs/goats-and-their-nutrition.pdf>
- Ratnakomala, S., Ridwan, R., Kartina, G., & Widyastuti, Y. (2006). Pengaruh Inokulum *Lactobacillus plantarum* 1A-2 dan 1BL-2 terhadap kualitas silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 7(2), 131–134. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d070208>
- Regan, C. S. (1997). *Forage conservation in the wet / dry tropics for small landholder farmers* [Tesis, The Northern University]. Proquest Dissertasion Publishing. <https://www.proquest.com/openview/d1b7d6ad0858e0b2a5fe4f9a9904801e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>.
- Ridwan, R., Ratnakomala, S., Kartina, G., & Widyastuti, Y. (2005). Pengaruh Penambahan dedak padi dan *Lactobacillus plantarum* 1BL-2 dalam pembuatan silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Media Peternakan*, 28(3), 117–123. file:///D:/Downloads/729-Article%20Text-1072-1-10-20100601%20(1).pdf
- Rusdy, M. (2017). *Pengawetan hijauan pakan*. CV. Social Politic Genius (SIGn).

- Samsijah & Andadari, L. (1992). *Petunjuk teknis budidaya murbei (Morus sp)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.
- Sanchez, M. D. (2002). World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. Dalam M. D. Sanchez (Ed.), *Mulberry for Animal Production: Proceedings of an electronic conference carried out between May and August 2000* (1–9). Food & Agriculture Organization (FAO). <https://www.fao.org/3/X9895E/x9895e02.htm#bm02>
- Santoso, B., Hariadi, B. T., & Widayati, T. W. (2019). Pembuatan pakan komplit blok berbasis limbah pertanian dan industri pangan untuk penggemukan sapi di Distrik Prafi Kabupaten Manokwari. *Buletin Udayana Mengabdi*, 18(2), 59–64. <https://doi.org/10.24843/bum.2019.v18.i02.p10>
- Santoso, U. (2006). *Manajemen usaha ternak potong*. Penebar Swadaya.
- Sapienza, D. A. & Bolsen, K. K. (1993). *Teknologi silase (penanaman, pembuatan dan pemberian pada ternak)* (R.B.S Martoyoedo, Penerj). Pionner Seeds.
- Saun, R. J. V. & Heinrichs, A. J. (2008). Troubleshooting silage problems: how to identify potential problem. Dalam *Prosiding Atlantic Conference* (2–10).
- Singh, A. K. (2018). Feeding management of goat. *Indian Farmer*, 5(09), 995–1000.
- Singh, B. & Makkar, H. P. S. (2002). The Potential of mulberry foliage as a feed supplement In India. Dalam M.D. Sánchez (Ed.), *Mulberry for Animal Production: Proceedings of an electronic conference carried out between May and August 2000* (139–155). Food & Agriculture Organization (FAO). <https://www.fao.org/3/X9895E/x9895e0d.htm#bm13>
- Sitindaon, S. H. (2013). Inventarisasi potensi bahan pakan ternak ruminansia di Provinsi Riau. *Jurnal Peternakan*, 10(1), 18–23. <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/peternakan/article/view/154/140>
- Spencer, R. (2018). *Nutrient requirements of sheep and goats*. Alabama Cooperative Extension System. <https://www.aces.edu/wp-content/uploads/2018/11/ANR-0812.pdf>
- Suhartina, Nuraliah, S., & Ali, N. (2017). Kontribusi usaha ternak kambing terhadap pendapatan keluarga peternak di Kecamatan Banggae

- Kabupaten Majene. *Jurnal SAINTEK Peternakan dan Perikanan*, 1(2), 11–14. <https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/saintek/article/view/673/347>
- Sukoco, H., Salmin, Fahrodi, D. U., Said, N. S., Agustina, Marsudi, Siswanto, F. M., Cahyani, A. P., & Timur, N. P. V. T. (2022). Prevalensi penyakit mastitis pada ternak kambing di Kabupaten Majene, Sulawesi Barat. *Jurnal Triton*, 13(1), 30–36. <https://doi.org/10.47687/jt.v13i1.227>
- Suningsih, N. & Ibrahim, W. (2018). Kualitas nutrisi amoniasi dan jerami padi (*Oryza sativa*) fermentasi pada berbagai penambahan starter. Dalam Sunarti, Y. Ratna, Lizawati, E. Kartika, Y. Alia, & E. Effran (Ed.), *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Berbasis Sumber Daya Lokal* (661–673). Fakultas Pertanian Universitas Jambi. <https://conference.unja.ac.id/SemnasSDL/article/view/72/58>
- Suningsih, N., Ibrahim, W., Liandris, O., & Yulianti, R. (2019). Kualitas fisik dan nutrisi jerami padi fermentasi pada berbagai penambahan starter. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 14(2), 191–200. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.14.2.191-200>
- Suparjo. (2015, 3 Januari). *Prinsip dan faktor yang berpengaruh dalam pembuatan silase*. Suparjo. <https://suparjo.staff.unja.ac.id/prinsip-dasar-pembuatan-silase/>
- Suparjo. (2010). *Analisis bahan pakan secara kimiawi: analisis proksimat & analisis serat*. Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
- Susanti, I. S., Dahniar, Nuraliah, S., Khaliq, T. D., & Dagong, M. I. A. (2020). How perception of farmers about development potential of goats in Pamboang subdistrict, West Sulawesi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 492(1). DOI: 10.1088/1755-1315/492/1/012116
- Sutama, I. K. & Budiarsana, I. G. M. (2002). *Panduan lengkap kambing dan domba*. Penebar Swadaya.
- Sutama, I. K., Budiarsana, I. G. M., Supryati, Sumanto, & Priyatno, D. (2011). *Perakitan kambing sapera dengan produksi susu 2 liter dan pertumbuhan pasca sapih >100 G/hari*. Balai Penelitian Ternak.
- Syahrir, S. (2009). *Potensi daun murbei dalam meningkatkan nilai guna jerami padi sebagai pakan sapi potong*. [Disertasi, Institut Pertanian Bogor]. IPB Repository. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/22647>

- Syahrir, S., Wiryawan, K. G., Parakkasi, A., & Winugroho, M. (2009). Efektivitas daun murbei sebagai pengganti konsentrat dalam sistem rumen in vitro. *Media Peternakan*, 32(2), 112–119. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1146>
- Syamsu, J. A., Sofyan, L. A., Mudikdjo, K., & Sa'id, E. G. (2003). Daya dukung limbah pertanian sebagai sumber pakan ternak ruminansia di Indonesia. *Wartazoa*, 13(1), 30–37. <http://medpub.litbang.pertanian.go.id/index.php/wartazoa/article/view/794/803>
- Thiasari, N., Indawan, E., Lestari, S. U., & Sasongko, P. (2019). *Teknologi tepat guna pembuatan silase dan hay dari brangkasan ubi jalar*. Delta Pijar Khatulistiwa.
- Tillman, A. D., Hartadi, H., Reksohadiprodjo, S., Prawirokusumo, S., & Lebdoesoekojo, S. (1998). *Ilmu makanan ternak dasar*. Gadjah Mada University Press.
- Trisnadewi, A. A. A. S., Cakra, I. G. L. O., Yadnya, T. G. B., Budiasa, I. K. M., Suarna, I. W., & Udayana, I. D. G. A. (2016). Teknologi pengawetan hijauan sebagai peningkatan ketersediaan pakan di Desa Sebudi Kecamatan Selat Kabupaten Karangasem. *Jurnal Udayana Mengabdi*, 15(3), 203–208. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jum/article/view/36002/21772>
- Untung. (2016). Kualitas bibit kambing pada Kelompok Tani “Dadi Akeh” di Kampung Wadio Distrik Nabire Barat Kabupaten Nabire. *Jurnal Fapertanak*, 1(2), 1–8. <https://uswim.e-journal.id/fapertanak/article/view/48/29>
- Utari, F. D., Prasetyono, B. W. H. E., & Muktiani, A. (2012). Kualitas susu kambing perah peranakan ettawa yang diberi suplementasi protein terproteksi dalam wafer pakan komplit berbasis limbah agroindustri. *Animal Agriculture Journal*, 1(1), 427–441. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/aaj/article/view/649/649>
- Wahyono, T., Sasongko, W. T., Sugoro, I., & Firsoni. (2021). Nutrient value and digestibility variation of five rice straw cultivars in Indonesia as ruminant roughage. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 9(1), 73–81. <https://doi.org/10.17582/JOURNAL.AAVS/2021/9.1.73.81>
- Wahyudi, A. (2019). *Silase fermentasi hijauan dan pakan komplit ruminansia*. UMM Press.

- Wajizah, S., Samadi, Usman, Y., & Mariana, E. (2015). Evaluasi nilai nutrisi dan pencernaan in vitro pelepah kelapa sawit (*oil palm fronds*) yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dengan penambahan sumber karbohidrat yang berbeda. *Agripet*, 15(1), 13–19. <https://doi.org/10.17969/agripet.v15i1.2286>
- Wati, W. S., Mashudi, & Irsyammawati, A. (2018). Kualitas silase rumput odot (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) pada waktu inkubasi yang berbeda. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 1(1), 45–53. <https://jnt.ub.ac.id/index.php/jnt/article/view/24/11>
- Watts, P. J., Davis, R. J., Keane, O. B., Luttrell, M. M., Tucker, R. W., Stafford, R., & Janke, S. (2016). Beef cattlefeedlots: Design and construction. Meat & Livestock Australia Ltd. <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/research-and-development/documents/beef-cattle-feedlots---design-and-construction---web2.pdf>
- Widayati, E. & Widalestari, Y. (1996). Limbah untuk pakan ternak. *Trubus Agrisarana*.
- Widyastuti, Y. (2008). Fermentasi silase dan manfaat probiotik silase bagi ruminansia. *Media Peternakan*, 31(3), 225–232. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1080>
- Widyastuti, Y. (2021). *Inovasi produk pakan sapi potong berbasis bakteri asam laktat untuk mendukung usaha peternakan nasional*. LIPI Press. <https://penerbit.brin.go.id/press/catalog/book/412>
- Wilkins, R. J. (1988). The preservation of forage. Dalam E. R. Orskov (Ed.), *Feed Science* (231–255). Elsevier Science Publishers.
- Williamson, G. & Payne, W. J. A. (1993). *Pengantar peternakan di daerah tropis*. Universitas Gadjah Mada.
- Yani, A. (2001). *Teknologi hijauan pakan*. Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
- Yanuarioanto, O., Amin, M., Iqbal, M., & Hasan, S. D. (2015). Kecernaan bahan kering dan bahan organik jerami padi yang difermentasi dengan kombinasi kapur tohor, *Bacillus* sp., dan air kelapa pada waktu yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 1(1), 56–61. <http://jitpi.unram.ac.id/index.php/jitpi/article/view/10>
- Yanuartono, Indarjulianto, S., Purnamaningsih, H., Nururrozi, A., & Raharjo, S. (2019). Fermentasi: metode untuk meningkatkan nilai

- nutrisi jerami padi. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 14(1), 49–60. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.14.1.49-60>
- Yanuartono, Purnamaningsih, H., Indarjulianto, S., & Nururrozi, A. (2017). Potensi jerami sebagai pakan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu-Ilmu peternakan*, 27(1), 40–62. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2017.027.01.05>
- Yulia, Baga, L. M., & Tinaprilia, N. (2015). Peran dan strategi pengembangan subsektor peternakan dalam pembangunan Kabupaten Agam Sumatera Barat. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 3(2), 159–176. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jagbi/article/view/15712/11577>
- Yulistiani, D. (2012). Tanaman murbei sebagai sumber protein hijauan pakan domba dan kambing. *Wartazoa*, 22(1), 46–52. <http://medpub.litbang.pertanian.go.id/index.php/wartazoa/article/view/974/983>
- Yulistiani, D., Jelani, Z. A., & Liang, J. B. (2008). Degradability of mulberry (*Morus alba*) and rice bran in the rumen of sheep fed different diets. *JITV*, 13(4), 264–272. <https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/325513a5-6457-4002-983a-0f292fd8157a/content>
- Yuliyati, Y. B., Solihudin, Rachman, S. D., Syafrilsmayadi, Rustaman, Darwatidan, & Noviyanti, A. R. (2019). Pembuatan silase dari rumput gajah untuk pakan ternak di Desa Pasawahan Kecamatan Tarogong Kaler Kabupaten Garut. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(7). <https://jurnal.unpad.ac.id/pkm/article/view/20276/9697>
- Zhao, J., Wang, S., Dong, Z., Li, J., Jia, Y., & Shao, T. (2021). Effect of storage time and the level of formic acid on fermentation characteristics, epiphytic microflora, carbohydrate components and in vitro digestibility of rice straw silage. *Animal Bioscience*, 34(6), 1038–1048. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0388>

Glosarium

- Aerob : Kondisi yang membutuhkan oksigen.
- Agroekosistem : Lingkungan pertanian yang menunjukkan hubungan timbal balik antara masyarakat dan lingkungan fisiknya sehingga mendukung keberlangsungan hidup masyarakat.
- Agroindustri : Kegiatan industri yang memanfaatkan produk pertanian sebagai bahan baku utama (pengolahan), penyediaan peralatan dan mesin pertanian, input pertanian serta industri yang menyediakan jasa di sektor pertanian.
- Akselerator : Sesuatu (enzim, mikroorganisme, zat kimia) yang mampu menambah kecepatan, dalam hal ini kecepatan fermentasi pada proses pembuatan silase.
- Amoniasi : Perlakuan kimiawi yang menggunakan urea, NaOH, KOH diberikan pada bahan pakan yang memiliki daya cerna yang rendah umumnya pada bahan pakan asal limbah pertanian.

Anaerob	: Kondisi tidak membutuhkan oksigen.
Bahan <i>Polythene</i>	: Bahan termoplastik yang umum digunakan oleh konsumen sebagai kantong plastik.
Bakteri Asam Laktat	: Sekelompok bakteri gram positif tidak membentuk spora dan mampu memfermentasi karbohidrat menghasilkan asam laktat.
Bakteri Epifit	: Bakteri yang bertahan hidup dan berkembang di permukaan bagian tanaman (akar, daun, kuncup, bunga, buah, biji, dan buah).
Biomassa	: Produk atau hasil ikutan yang berupa bahan organik dihasilkan melalui proses fotosintesis.
<i>Buffering Capacity</i>	: Kapasitas sangga atau kemampuan komponen menetralkan kondisi asam.
<i>Complete Feed</i>	: Pakan lengkap yang merupakan kombinasi dari hijauan pakan, konsentrat, dan suplemen.
<i>Chopper</i>	: alat pencacah
<i>Ensalivasi</i>	: Proses yang terjadi dalam rongga mulut yaitu bahan pakan dicampur dengan air liur (saliva) dengan cara dibolak-balik dengan lidah (lingua).
<i>Ensilase</i>	: Proses yang terjadi selama pembuatan silase di mana terjadi proses fermentasi dengan terbentuknya asam-asam organik yang dibentuk oleh bakteri asam laktat.
Daya Cerna	: Kemampuan mencerna/menyerap partikel pakan oleh saluran cerna dan tidak dikeluarkan sebagai feses.
Domestikasi	: Proses menjinakkan hewan atau tumbuhan liar sehingga dapat dipelihara dan dibudidayakan.

Efisiensi Pakan	: Perbandingan pertambahan berat badan ternak dengan jumlah pakan yang dikonsumsi.
Elektrolit	: Mineral bermuatan listrik (positif dan negatif) yang ditemukan dalam sel, jaringan, dan cairan tubuh, seperti darah, urin, dan keringat.
Energi Metabolisme	: Satuan energi yang digunakan untuk mengukur konstituen atau ransum ternak.
Enzim	: Molekul biologis berupa protein yang berfungsi sebagai katalis/mempercepat proses reaksi kimia organik.
Fermentasi	: Suatu proses produksi energi intraseluler dalam kondisi anaerobik (bebas oksigen) yang menyebabkan perubahan biokimia organik oleh aksi enzim.
Hay	: Hijauan pakan yang dikeringkan dengan sinar matahari ataupun mesin pengering hingga kadar air sekitar 12–30%.
Homofermentatif	: Suatu proses fermentasi yang hasil akhirnya hanya menghasilkan asam laktat.
Hemiselulosa	: Polisakarida yang terdapat dalam ruang serat selulosa pada dinding sel tumbuhan.
Iklim	: Kebiasaan atau ciri cuaca yang terjadi di suatu tempat atau wilayah. Tiga puluh tahun digunakan sebagai periode referensi untuk menentukan iklim rata-rata.
Implementasi	: Pelaksanaan sebuah rencana yang telah direncanakan dengan baik.
Indikator	: Suatu keterangan atau petunjuk yang dijadikan acuan dalam mencapai sesuatu.
Inhibitor	: Senyawa yang berperan dalam menghambat reaksi enzim.

Inokulum	: Mikroorganisme yang diinokulasikan ke dalam medium/inang dengan kondisi masih hidup atau dalam fase pertumbuhan yang sehat, inokulum dapat berbentuk padat, cair, atau serbuk.
In vivo	: Pengujian, eksperimen, atau prosedur dalam suatu penelitian terhadap organisme hidup, seperti manusia, hewan percobaan, atau tumbuhan.
Kofaktor	: Senyawa nonprotein yang dibutuhkan untuk aktivitas biologis protein. Protein ini biasanya berupa enzim dan kofaktor dapat dianggap sebagai "molekul pembantu" yang mendukung proses biokimia.
Konsentrat	: Pakan dengan kandungan protein dan energi yang tinggi dengan serat kasar relatif rendah (di bawah 18%) dan mudah dicerna.
Konstruksi	: Keseluruhan bagian bangunan yang terdiri dari bagian-bagian pembentuk struktur.
Laktasi	: Periode menyusui baik pada hewan mamalia maupun manusia.
Lignifikasi	: Proses terbentuknya jaringan kayu pada tumbuhan.
Limbah	: Bahan sisa proses produksi kegiatan manusia atau alam.
Lisis	: Peristiwa rusak/pecahnya membran sel yang menyebabkan keluarnya organel sel.
Makroskopis	: Ukuran sesuatu yang mampu dilihat dengan mata telanjang tanpa adanya bantuan alat pembesar.

Metabolisme	: Reaksi biokimia yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup pada proses mengubah makan dan minuman menjadi energi.
Mikroskopis	: Ukuran sesuatu yang tidak dapat dilihat tanpa adanya bantuan alat pembesar atau mikroskop.
Musim Paceklik	: Masa sulit atau cuaca lagi tidak baik sehingga menyebabkan petani gagal panen.
Nutrien	: Senyawa kimia atau unsur yang dibutuhkan organisme untuk hidup, tumbuh, maupun berkembang.
Pakan Inkonvensional	: Bahan pakan yang tidak lazim dalam menyusun ransum tenak, tetapi memiliki potensi dimanfaatkan sebagai alternatif pakan ternak.
Palatabilitas	: Tingkat kesukaan terhadap makanan yang dipilih untuk dimakan oleh ternak, baik mamalia maupun ruminansia.
pH	: Derajat keasaman yang digunakan sebagai indikator untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan suatu larutan.
<i>Paddock</i>	: Padang penggembalaan berbentuk petakan yang dibatasi pagar.
Prehensi	: Aktivitas perenggutan atau makanan melalui bibir ke dalam mulut.
Proteolisis	: Pemecahan senyawa protein menjadi asam amino yang lebih kecil.
Ransum	: Formulasi khusus atau gabungan dari beberapa bahan pakan yang disusun untuk memenuhi kebutuhan ternak sehari-hari dan tidak mengganggu kesehatan ternak.

Reaksi <i>Maillard</i>	: Suatu proses pencokelatan suatu produk yang disebabkan adanya reaksi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dan gugus amina primer.
Ruminansia	: Hewan memamah biak dengan sistem pencernaan dua langkah dan pemakan tumbuhan.
<i>Roughage</i>	: Pakan kasar atau pakan dengan kandungan serat kasar tinggi dapat berasal dari hasil samping pertanian atau rumput alam.
Silo	: Tempat pembuatan silase bisa berupa drum plastik atau dibuat dalam bentuk konstruksi khusus.
Sistem Integrasi	: Suatu sistem yang memiliki saling keterkaitan satu dengan lainnya dengan berbagai cara sesuai dengan kebutuhannya.
Substrat	: Suatu zat kimia yang secara alami merupakan zat organik yang beraksi dengan pereaksi dan menghasilkan produk (hasil reaksi kimia).
Suhu	: Nilai kuantitatif temperatur, panas atau dingin yang ditentukan dengan menggunakan termometer.
Sumber Daya Genetik	: Material tumbuhan, hewan, atau mikroorganisme yang mengandung entitas yang berfungsi sebagai sifat keturunan, baik yang bernilai aktual maupun potensial dalam menciptakan galur, rumpun, ataupun spesies baru.
Suplemen	: Makanan tambahan yang mengandung nutrisi baik bagi tubuh.
Swasembada	: Usaha dalam pemenuhan kebutuhan sendiri.

Teknologi Pakan	: Perangkat yang didesain dengan sengaja untuk mengubah kualitas pakan baik secara fisik, kimia, dan biologis, dapat dilakukan pada pakan tunggal maupun campuran.
Tumpang Sari	: Pola pertanaman campuran yang melibatkan dua jenis tanaman atau lebih di suatu areal lahan tanam dalam waktu yang sama atau relatif sama.
Vitamin	: Nutrisi tambahan yang dibutuhkan dalam menunjang kinerja tubuh dan sifatnya organik dapat diperoleh dari buah-buahan maupun makanan.
<i>Water Soluble Carbohydrate (WSC)</i>	: Karbohidrat yang mudah larut dalam air.
<i>Yeast</i>	: Ragi/fungi yang pada umumnya digunakan untuk fermentasi.
<i>Zero Waste</i>	: Upaya dalam menjaga kelestarian lingkungan dengan mendorong manusia lebih bijak dalam mengonsumsi dan memaksimalkan siklus sumber daya dan memanfaatkan produk-produk untuk bisa digunakan sendiri.

Indeks

- ADE, 36, 41, 52, 58
Aerob, 71
Agroekosistem, 71
Agroindustri, 69, 71
Akselerator, 8, 9, 71
Amoniasi, 36, 38, 59, 60, 67, 71
Anaerob, 72
- Bahan Organik, 36, 64, 70
Bahan Polythene, 72
Bakteri Asam Laktat, 69, 72
Biomassa, 43, 46, 48, 50, 52, 53, 54, 62, 72
Buffering Capacity, 49, 72
- Complete Feed*, 3, 72
- Daya Cerna, 72
- Efisiensi Pakan, 73
Ensalivasi, 72
Ensilase, 72
- Fermentasi, 8, 36, 38, 59, 60, 62, 67, 69, 70, 73
- Hay*, 4, 68, 73
Hemiselulosa, 52, 73
- Iklim, 73
Implementasi, 73
Indikator, 15, 73
Inhibitor, 74
Inokulum, 66, 74
- Karbohidrat, 28, 59, 69, 77
Kecernaan, 36, 54, 55, 61, 63, 69, 70
Kofaktor, 74
Konsentrat, 5, 44, 46, 54, 68, 74
Konsumsi, 31, 53
- Laktasi, 74
Lemak, 29, 36, 50
Limbah, 3, 34, 59, 60, 64, 66, 68, 69, 74

Metabolisme, 73, 75

Mikrob, 11, 60

NDE, 36, 41, 52, 58

Nutrien, 75

Nutrisi, 27, 36, 42, 46, 50, 64, 65,
67, 69, 70, 77

Pakan lengkap, 4, 72

Palatabilitas, 59, 66, 75

pH, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 48, 49,
53, 64

Protein, 29, 36, 46, 50, 64, 65, 69,
70, 74

Ransum, 32, 46, 61, 64, 75

Roughage, 4, 69, 76

Ruminansia, iv, 60, 63, 65, 67, 68,
69, 70, 76, 81

Senyawa, 5, 42, 74, 75

Silo, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 76

Substrat, 76

Suhu, 14, 76

Suplemen, 76

Total Digestible Energy, 28

Vitamin, 30, 31, 77

Zero Waste, 77

Tentang Penulis



FITRIAWATY, lahir di Pajekko, Kabupaten Bone Sulawesi Selatan pada 29 Maret 1989. Gelar Master (S-2) diperoleh di Universitas Hasanuddin Makassar (UNHAS) pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Peternakan pada tahun 2015. Perjalanan karier dimulai tahun 2016 sebagai Pendamping Sosial Program Keluarga Harapan Kementerian Sosial RI dan saat itu aktif mengajar di Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare.

Kemudian tahun 2019 melanjutkan pengabdian sebagai Pegawai Negeri Sipil di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sulawesi Barat, Badan Penelitian, dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian RI. Saat ini, penulis adalah Peneliti di Pusat Riset Peternakan, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan BRIN. Penulis aktif mengikuti kegiatan penelitian di Kelompok Riset Teknologi Produksi dan Prosesing Bahan Pakan Ruminansia. Email: fitrics94@gmail.com.



NURHAFAHSAH, lahir di Leworeng Kabupaten Soppeng pada 18 Juli 1982. Saat ini menduduki jabatan sebagai Peneliti Muda di Pusat Riset Agroindustri, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Pendidikan Magister (S-2) di Universitas Hasanuddin Makassar pada tahun 2014–2017 Jurusan Ilmu dan Teknologi Pertanian. Penulis diangkat menjadi Pegawai Negeri Sipil (PNS) di Kementerian Pertanian dengan penempatan

BPTP Sulawesi Selatan pada tahun 2009. Sejak tahun 2011 ditugaskan di BPTP Sulawesi Barat dengan jabatan fungsional Peneliti kepakaran pascapanen. Namun pada 2022, penulis bergabung di BRIN pada Pusat Riset Agroindustri. Saat ini aktif melaksanakan kegiatan penelitian di Kelompok Riset Pengembangan Produk Hilir. Email: nurhafsahtiro@yahoo.com.



INTAN DWI NOVIETA, lahir di Parepare pada 2 November 1977, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Lahir dari pasangan Bapak Drs. Hamir Hamid Aly, M.Si. dan Ibu Rosdiati. Penulis menempuh pendidikan di SD Tamalanrea Makassar, SMP Negeri 2 Parepare, SMA Negeri 1 Parepare, dan lulus jenjang S-1 di Jurusan Ilmu dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas

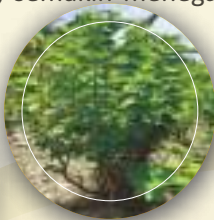
Hasanuddin Makassar pada 2000. Penulis melanjutkan program Magister pada Ilmu dan Teknologi Peternakan di Universitas Hasanuddin Makassar dan selesai pada tahun 2015. Penulis aktif sebagai tenaga dosen terhitung sejak 2004 di Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Peternakan dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare. Penulis juga aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, yaitu kegiatan pengolahan dan pengawetan hijauan pakan ternak, serta dalam bidang teknologi pengolahan hasil ternak. Email: intan0211@gmail.com.

SILASE PAKAN LENGKAP JERAMI PADI DAN MURBEI SEBAGAI PAKAN KAMBING

Tingginya harga pakan adalah salah satu kendala dalam pengembangan peternakan kambing skala rumah tangga di Indonesia sehingga mencari substitusi konsentrat dengan mempertimbangkan kandungan nutrisi dan tingkat kecernaannya dapat mewujudkan kemandirian pakan. Ketersediaan bahan baku yang melimpah dan sentuhan teknologi pakan yang mudah diadaptasi oleh peternak dan penyuluh lapangan adalah solusi yang ditawarkan dalam buku ini.

Bertempat di Sulawesi Selatan dan Barat, penulis meneliti potensi limbah jerami padi dan tanaman murbei sebagai pakan lengkap untuk kambing. Buku ini tidak hanya mengemukakan langkah-langkah praktis pembuatan silase pakan lengkap, namun juga membahas dasar-dasar pengetahuan mengenai potensi, nutrisi, parameter keberhasilan, hingga uji coba pakan yang dihasilkan secara *in vivo* pada kambing. Terlepas dari segala kekurangan atau usaha yang lebih keras dalam memproduksi pakan secara mandiri, setidaknya penulis menawarkan alternatif dalam mengatasi persoalan kenaikan harga pakan yang mencekik berdasarkan data-data penelitian.

Walau teknologi silase telah banyak diadopsi oleh industri peternakan yang besar, pemanfaatannya pada peternakan skala rumah tangga belum banyak dilakukan. Selain itu, pemanfaatan limbah pertanian yang melimpah misalnya jerami padi, semakin menegaskan bahwa limbah tidak selamanya menjadi sampah.



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung BJ Habibie, Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.528



ISBN 978-623-8052-79-0



9 786238 105279 0