

Optimalisasi kualitas silase *indigofera zollingeriana* dengan penambahan bioaktivator larutan batang sorgum *bicolor L Moench* untuk mendukung produksi pakan berkelanjutan

J. Soputan^{*1}, S.S. Malalantang², S.A.E. Moningkey²

¹Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara

²Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara

*Korespondensi(*corresponding author*): eldrysyuri@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan bioaktivator larutan batang sorgum *Bicolor L Moench* dengan variasi persentase larutan berbeda terhadap kualitas fisik (pH, warna, aroma, tekstur) dan kualitas kimia (bahan kering, bahan organic, protein kasar, lemak kasar, dan serat kasar) silase *Indigofera zollingeriana*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Persentase bioaktivator larutan P1 (control) = 0 % larutan P2 = 5 % larutan, P3 = 10 % larutan dan P4 = 15% larutan. Variabel yang diukur meliputi kualitas fisik silase yaitu nilai pH, warna, aroma, tekstur silase dan kualitas kimia silase meliputi kandungan bahan kering, bahan organik, protein kasar, lemak kasar dan serat kasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan persentase larutan batang sorgum sampai dengan level 15 % memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kualitas fisik silase (pH, warna, aroma dan tekstur) juga terhadap kualitas kimia (bahan kering, bahan organic, protein kasar, lemak kasar dan serat kasar). Berdasarkan hasil analisa data dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan bioaktivator larutan batang sorgum *Bicolor L. Moench* sampai 15 % menghasilkan silase *Indigofera zollingeriana* yang berkualitas baik.

Kata kunci: kualitas silase, bioaktivator, *Indigofera zollingeriana*, sorgum *Bicolor L Moench*

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF *Indigofera zollingeriana* SILAGE QUALITY WITH THE ADDITION OF SORGHUM *Bicolor L. Moench* STEM SOLUTION BIOACTIVATOR TO SUPPORT SUSTAINABLE FEED PRODUCTION. This study aims to determine how much influence the addition of bioactivator solution of sorghum Bicolor L Moench stalks with different percentage variations of solution has on the physical quality and chemical quality of *Indigofera zollingeriana* silage. The study used a completely randomized design with 4 treatments and 5 replications. The percentage of bioactivator solution P1 (control) = 0% solution, P2 = 5% solution, P3 = 10% solution and P4 = 15% solution. The variables measured included the physical quality of silage, namely pH value, color, aroma, silage texture and the chemical quality of silage including dry matter content, organic matter, crude protein, crude fat and crude fiber. The results of the study showed that the addition of the percentage of sorghum stalk solution up to 15% had a very significant effect ($P < 0,01$) on the physical quality of silage (pH, color, aroma and texture) as well as on the chemical quality (dry matter, organic

matter, crude protein, crude fat and crude fiber). Based on the results of the data analysis, it can be concluded that the addition of the bioactivator of the sorghum stalk solution *Bicolor L. Moench* up to 15% produced good quality *Indigofera zollingeriana* silage.

Keywords: silage quality, bioactivator, *Indigofera zollingeriana*, sorghum *Bicolor L Moenc*

PENDAHULUAN

Industri peternakan ruminansia menghadapi tantangan dalam penyediaan pakan hijauan yang berkualitas dan berkelanjutan sepanjang tahun. Fluktuasi ketersediaan hijauan khususnya saat musim kemarau, menjadi kendala utama yang berdampak signifikan terhadap produktivitas ternak. Kondisi ini menuntut adanya solusi strategis untuk menjamin ketersediaan pakan yang stabil guna mendukung keberlanjutan dan peningkatan kinerja produksi ternak ruminansia. Untuk menjaga ketersediaan pakan hijauan, salah satu metode yang dapat dilakukan adalah konservasi hijauan melalui fermentasi (Wilkinson, 2005).

Silase merupakan teknologi pengawetan pakan hijauan berbasis fermentasi anaerob, yang efektif dalam mempertahankan nilai nutrisi dan kualitas fisik pakan untuk jangka waktu panjang (Herawati dan Royani, 2017). Metode ini menawarkan solusi praktis bagi peternak dalam mengatasi fluktuasi ketersediaan hijauan, khususnya saat musim kemarau, dengan menyimpan surplus hijauan dari musim penghujan. Proses fermentasi anaerob dalam pembuatan silase tidak hanya mengawetkan pakan, tetapi juga mempertahankan kandungan nutrisi penting yang dibutuhkan ternak ruminansia (Kung *et al.*, 2018). Silase pakan hijauan yang diawetkan secara fermentatif dalam kondisi anaerob, dimana bakteri asam laktat (BAL) berperan mengubah gula menjadi asam

laktat untuk menurunkan pH, sehingga dapat mengawetkan bahan pakan dan mencegah aktivitas mikroorganisme pembusuk (Stefani *et al.*, 2010). Menurut Prasetyo (2019) asam laktat, asam asetat, dan asam butirat yang terbentuk selama proses fermentasi merupakan produk metabolisme karbohidrat terlarut oleh bakteri yang mengakibatkan penurunan pH. Silase dapat dijadikan pakan cadangan ternak ruminansia saat kelangkaan hijauan, terutama pada musim kemarau.

Indigofera zollingeriana merupakan leguminosa potensial dengan kandungan protein kasar tinggi (22–27%) dan kecernaan bahan kering yang baik, dapat digunakan sebagai sumber protein dalam ransum ruminansia (Abdullah *et al.*, 2019). Ensilase dapat membantu memperbaiki kualitas fisik dan nutrisi *Indigofera zollingeriana*. Akan tetapi keberhasilan fermentasi sangat dipengaruhi oleh populasi dan aktivitas bakteri asam laktat (BAL) pada bahan yang disilase.

Pemanfaatan bioaktivator larutan batang sorgum *Bicolor L. Moench* adalah pendekatan inovatif untuk meningkatkan kualitas silase. Batang sorgum ini berbentuk silindris, beruas-ruas dan mengandung gula. Batang sorgum diketahui memiliki kandungan gula larut air yang tinggi, yaitu 55% sukrosa (berat kering) dan 3,2 % glukosa (berat kering), juga mengandung selulosa 12,4 % dan hemiselulosa 10,2 % dapat menjadi substrat ideal bagi bakteri asam laktat, sehingga mempercepat proses fermentasi dan menurunkan pH (Murtini, 2021).

Penambahan bioaktivator alami juga dapat meningkatkan kandungan asam laktat, menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk, serta menjaga warna dan aroma silase (Nisa *et al.*, 2022).

Penelitian mengenai pemanfaatan larutan batang sorgum *Bicolor L Moench* sebagai bioaktivator pada silase *Indigofera zollingeriana* masih terbatas, sehingga penelitian ini memiliki kebaruan dalam mengoptimalkan fermentasi hijauan berprotein tinggi dengan sumber karbohidrat lokal yang mudah diperoleh dan ramah lingkungan. Upaya ini sejalan dengan konsep produksi pakan berkelanjutan yaitu pemanfaatan sumber daya lokal, pengurangan limbah, serta penyediaan pakan yang konsisten untuk mendukung produktivitas ternak sekaligus mengurangi dampak lingkungan (FAO, 2020). Tujuan penelitian ini mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan bioaktivator larutan batang sorgum *Bicolor L Moench* dengan variasi persentase larutan berbeda terhadap kualitas fisik (pH, warna, aroma, tekstur) dan kualitas kimia (bahan kering, bahan organic, protein kasar, lemak kasar, dan serat kasar) silase *Indigofera zollingeriana*.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan bulan November sampai dengan Desember 2025 di lahan Grand Kawanua Kelurahan Paniki Bawah Kecamatan Mapanget Kota Manado dan Laboratorium Nutrisi Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado. Materi penelitian yang digunakan terdiri dari bahan: daun dan batang muda *Indigofera zollingeriana* umur panen 60 hari, batang sorgum segar (diperas diambil niranya), aquades steril, bahan kimia untuk analisis proksimat dan kualitas silase. Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

Chopper/mesin pencacah, plastik vacum kapasitas 1 kg, timbangan, pH meter, Oven, vacum sealer, pisau dan gunting.

Metode penelitian

Penelitian ini menerapkan metode penelitian eksperimental untuk menguji hipotesis. Digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan, sehingga terdapat 20 unit percobaan. Perlakuan sebagai berikut:

P1: *Indigofera zollingeriana* tanpa larutan batang sorgum,

P2: *Indigofera zollingeriana* + larutan batang sorgum 5%

P3: *Indigofera zollingeriana* + larutan batang sorgum 10%

P4: *Indigofera zollingeriana* + larutan batang sorgum 15%

Prosedur pembuatan larutan sorgum

Batang sorgum yang sudah matang dan siap panen biasanya dipilih setelah bulir bijinya mengeras selanjutnya dibersihkan dari daun, kotoran dan bagian yang tidak diperlukan. Selanjutnya batang sorgum dipotong menjadi ukuran yang lebih pendek (dipotong per ruas batang sorgum) agar mudah dimasukkan ke dalam mesin pemeras. Bagian kulit terluar yang keras dibuang dan bagian batang dalam yang digunakan.

Proses pemerasan

Batang sorgum digiling atau diperas menggunakan mesin pemeras untuk mengeluarkan nira atau sari manisnya. Semua nira yang keluar dipastikan tertampung dalam wadah bersih.

Penyimpanan

Larutan nira sorgum disimpan dalam wadah atau botol yang bersih dan steril. Untuk mencegah kontaminasi, wadah ditutup rapat dan ditempatkan ditempat yang sejuk.

Variabel penelitian

Variabel yang diukur adalah :

1. Perubahan fisik warna, aroma, tekstur

Tabel 1. Skala Penilaian Karakteristik Fisik Silase Menyangkut Warna, Bau, Tekstur Dengan Menggunakan Skala 0-5

Skala Penilaian	Warna	Aroma	Tekstur
0	Sangat Hitam	Sangat Busuk	Berlendir
1	Hitam	Busuk	Sangat Lembek
2	Coklat	Agak Busuk	Lembek
3	Hijau Kecoklatan	Cukup Harum	Agak Lembek
4	Hijau Kekuningan	Harum	Cukup Utuh
5	Hijau Segar	Sangat Harum	Utuh

Sumber :Kizilsimsek *et al.*, (2005), Ososanya dan Olorunnisomo (2015)

- silase. Untuk pengukuran perubahan fisik dirujuk pada Tabel 1.
2. pH (derajat keasaman) silase *Indigofera zollingeriana*
 3. Analisis Proksimat silase *Indigofera zollingeriana* meliputi bahan kering bahan organik, protein kasar, lemak kasar, dan serat kasar.

Analisis data

Analisis data statistik menggunakan metode analysis of variance (ANOVA) melalui Program Minitab (versi 16). Uji lanjut Honestly Significant Difference (HSD) diterapkan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Prosedur Pembuatan Silase

1. *Indigofera zollingeriana* dipanen pada umur 60 hari
2. Dilayukan hingga kadar air 60-70%
3. Dicacah dengan ukuran 2-3 cm
4. Ditambahkan larutan batang sorgum sesuai perlakuan 50 mL, 100 mL dan 150 mL.
5. Dimasukkan ke dalam plastic vacuum sebanyak 1000 gram
6. Dipadatkan dan ditutup rapat
7. Difermentasi selama 21 hari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas fisik silase

Data pengamatan mengenai kualitas silase dapat dilihat pada Tabel 2.

pH silase

Menurut Kizilsimsek *et al.*, (2005); Ososanya dan Olorunnisomo (2015), rata-rata pH silase yang baik berkisar antara 3,0 – 6,0. pH silase yang lebih rendah mengindikasikan ensilase yang lebih baik, lebih stabil (Seglar, 2003) dan tinggi kandungan asam laktat (Amer *et al.*, 2012). Dari data tabel 2 diperoleh rataan pH 4,956 – 5,260. Data ini menunjukkan pH silase dalam penelitian masih dalam kisaran yang baik. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan persentase larutan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P<0,01$) terhadap nilai pH silase. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa persentase larutan P4 (15 %) berbeda sangat nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P1(0%) namun berbeda tidak nyata ($P>0,05$) dengan P2 (5%) , P3 (10%). Menurut Jasin dan Sugiyono (2014) rendahnya nilai pH silase menunjukkan bahwa asam laktat yang dihasilkan cukup banyak, sehingga mampu mempercepat penurunan nilai pH.

Warna silase

Rata-rata perubahan warna silase yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan persentase larutan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kualitas warna silase. Dari hasil tersebut diperoleh

bahwa kisaran warna antara hijau kecoklatan sampai hijau kekuningan dengan nilai 3,0 – 4,0. Hasil uji lanjut perlakuan persentase larutan P4 (15%) berbeda sangat nyata lebih tinggi dari P3 (10%) namun berbeda tidak nyata dengan P1 (0 %) dan P2 (5 %). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kualitas fisik warna silase tertinggi terdapat pada perlakuan P1, P2 dan P4 warna hijau kekuningan dengan skor nilai 4,0. Namun secara keseluruhan warna silase yang dihasilkan dalam penelitian ini tergolong kualitas baik karena menghasilkan warna hijau kecoklatan dan hijau kekuningan atau memiliki skor antara 3,0 sampai 4,00.

Aroma silase

Rata-rata perubahan aroma silase dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil penelitian diperoleh aroma berkisar 3,20 – 4,40 atau berbau cukup harum dan

harum. Hasil pengamatan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kualitas fisik bau silase tertinggi terdapat pada persentase larutan P4 (15%) dengan nilai 4,400, sedangkan kualitas fisik bau silase terendah terdapat pada persentase larutan P2 (5%) dengan nilai 3,200. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan persentase larutan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap aroma silase. Hasil Uji lanjut menunjukkan bahwa persentase larutan P1 (0%) tidak berbeda nyata dengan P3 (10%) namun berbeda nyata dengan persentase larutan P2 (5%) dan P4 (15%).

Tekstur silase

Silase dapat dikategorikan baik apabila tidak memiliki tekstur lembek, tidak berair, tidak berjamur, dan tidak menggumpal (Kojo *et al.*, 2015). Rataan tekstur silase dengan dapat dilihat pada

Tabel 2 Rataan kandungan pH dan kualitas fisik (warna, aroma dan tekstur)

Perlakuan (% larutan)	Variabel			
	pH	warna	aroma	tekstur
P1	4,956 ^b	4,400 ^a	3,800 ^{ab}	4,400 ^a
P2	5,080 ^{ab}	4,000 ^a	3,200 ^b	4,400 ^a
P3	5,120 ^{ab}	3,000 ^b	3,600 ^{ab}	3,200 ^b
P4	5,260 ^a	4,000 ^a	4,400 ^a	4,400 ^a

Ket : Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Tabel 3. Rataan Kandungan Protein, Lemak, Serat Kasar, Bahan Kering dan Bahan Organik dengan Persentase Larutan Yang Berbeda

Perlakuan (% Larutan)	Variabel (%)				
	Protein Kasar	Lemak Kasar	Serat Kasar	Bahan Kering	Bahan Organik
P1	21,51 ^b	1,160 ^d	34,96 ^b	25,66 ^b	20,44 ^b
P2	25,39 ^a	1,258 ^c	49,33 ^a	26,88 ^{ab}	21,90 ^a
P3	25,01 ^a	1,544 ^b	50,04 ^a	27,98 ^a	19,02 ^c
P4	23,03 ^b	1,822 ^a	48,19 ^a	28,38 ^a	22,63 ^a

Ket : Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Tabel 2. Data hasil pengamatan diperoleh hasil tekstur dengan nilai 3,20-4,40. Tekstur terbaik pada P1(0%), P2 (5%) dan P4 (15%) dengan nilai 4,400. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan persentase larutan.

Kualitas kimia silase

Data pengamatan mengenai kualitas silase dapat dilihat pada Tabel 3.

Bahan kering

Menurut Kung *et al.*, (2018) kandungan bahan kering silase bervariasi tergantung beberapa faktor seperti jenis tanaman, umur panen dan proses fermentasi, namun umumnya silase memiliki kandungan bahan kering sekitar 20-40%. Berdasarkan penelitian Arianto *et al.* (2021) kandungan bahan kering silase *Indigofera zollingeriana* bervariasi 22,98% - 24,88%. Nilai ini dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi spesifik. Rataan kandungan bahan kering dapat dilihat pada Tabel 3. Kandungan bahan kering terendah pada perlakuan P1 dengan kandungan 25,66% dan tertinggi pada perlakuan P4 yaitu 28,38%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan persentase larutan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kandungan bahan kering silase. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa persentase larutan pada P4 (15%) menunjukkan perbedaan sangat nyata lebih tinggi dari pada P2 (5%) namun berbeda tidak nyata dengan P3 (10%). Sementara P2 (5%) menunjukkan perbedaan sangat nyata terhadap P1, P3 dan P4. Perbedaan kandungan bahan kering silase menurut Astuti *et al.* (2017) dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kematangan tanaman, proses ensiling, kadar air, jenis tanaman dan juga persentase bahan tambahan.

Bahan organik

Rataan kandungan bahan organik dapat dilihat pada Tabel 3. Kandungan bahan organik terendah pada perlakuan P3 dengan kandungan 19,02% dan tertinggi pada perlakuan P4 yaitu 22,63%. Hasil

analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan persentase larutan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kandungan bahan organik silase. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa persentase larutan P4 (15%), menunjukkan perbedaan sangat nyata lebih tinggi dari P1 (0%) dan P3 (10%) namun tidak berbeda nyata dengan P2 (5%). Menurut Salim *et al.* (2002), semakin cepat menurunnya pH akan diikuti semakin cepat berakhirnya fase aerob, dan pada fase ini lah terjadi kehilangan bahan kering dan terjadi juga kehilangan bahan organic. Sama halnya dengan bahan kering menurut Astuti *et al.* (2017) perbedaan kandungan bahan organic dipengaruhi oleh berbagai faktor. Silase *Indigofera zollingeriana* memiliki kandungan bahan organic yaitu 80- 90 % dari bahan kering. Sedangkan berdasarkan penelitian Sirait *et al.* (2019) kandungan bahan organic silase *Indigofera zollingeriana* adalah 82,1% dari bahan kering.

Protein kasar

Silase hijauan memiliki kandungan protein kasar (PK) yang tinggi, bervariasi antara 23 % hingga sekitar 26%. Berdasarkan penelitian Wanapat *et al.* (2012) menunjukkan kandungan protein kasar silase *Indigofera zollingeriana* sebesar 23,1%. Rataan kandungan protein kasar masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3 dengan kandungan 21,51% - 25,39%. Faktor yang dapat mempengaruhi kandungan protein kasar adalah umur tanaman, interval panen, kondisi pertumbuhan dan variasi lokasi. Kandungan protein kasar tertinggi pada perlakuan P2 dengan penambahan persentase larutan 5% yaitu 25,39% dan terendah pada perlakuan P1. Namun secara keseluruhan kandungan protein kasar dari setiap perlakuan berkualitas baik. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan persentase larutan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kandungan protein kasar silase. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan perlakuan P2 (5%) berbeda sangat nyata ($P<0,01$) lebih tinggi dari

perlakuan P1(0%) dan P4 (15%) namun berbeda tidak nyata dengan P3 (10%). Menurut Kusmartono (2015) kandungan protein kasar silase *Indigofera zollingeriana* adalah 18,5 – 23%. Dan hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti umur tanaman, proses fermentasi dan bahan tambahan (Astuti *et al.*, 2017).

Lemak kasar

Rataan kandungan lemak kasar penelitian ini dapat dilihat pada Tabel3 dengan kandungan dibawah 2 % yaitu dikisaran 1,16 - 1,82 %. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Astuti (2017) dimana kandungan lemak kasar silase 1,8% dan Sirait *et al.* (2019) 1,5%. Kandungan terendah pada perlakuan P1 dan tertinggi pada perlakuan P4. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan persentase larutan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap kandungan lemak kasar silase dalam setiap perlakuan. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan perlakuan P1 (0%) memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0,05$) dengan P3 (10%). P2 (5%) memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan P3 (10%) dan P3 memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan P4 (15%). Hasil penelitian Wanapat *et al.* (2012) kandungan lemak kasar silase *Indigofera zollingeriana* 4,1% dari bahan kering. Adapun faktor yang mempengaruhi variasi kandungan lemak kasar adalah kondisi tanaman, proses ensiling, jenis dan proposi bahan tambahan (Wanapat *et al.*, 2012).

Serat kasar

Rataan kandungan serat kasar dapat dilihat pada Tabel 2. Kandungan serat kasar terendah pada perlakuan P1 dengan kandungan 34,96 % dan tertinggi pada perlakuan P3 yaitu 50,04 %. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan persentase larutan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap kandungan serat kasar silase. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa persentase

larutan pada P2 (5%), P3 (10%) dan P4 (15 %) menunjukkan perbedaan yang tidak nyata antara perlakuan. Akan tetapi perlakuan P2, P3 dan P4 menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$) pada perlakuan control P1 dengan persentase larutan 0%. Hasil penelitian terjadi peningkatan persentase kandungan serat kasar sampai dengan 50,04% dibandingkan dengan perlakuan control (0% larutan). Menurut Wanapat *et al.* (2012) terjadinya peningkatan kandungan serat kasar dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti jenis dan bahan tambahan, lamanya fermentasi, temperature maupun jenis mikroorganisme yang digunakan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan bioaktivator larutan batang sorgum *Bicolor L. Moench* sampai 15 % menghasilkan silase *Indigofera zollingeriana* yang berkualitas baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah L., S. Suharti, A. Jayanegara. 2019. Nutritional evaluation and utilization of *Indigofera zollingeriana* as a protein source for ruminants: A review. Tropical Animal Science Journal, 42(1): 1–8.
- Amer S., F. Hassanat, R. Berthiaume, P. Seguin, dan A. Mustafa. 2012. Effects of water soluble carbohydrate content on ensiling characteristics, chemical composition and in vitro gas production of forage millet and forage sorghum silages. Animal Feed Science and Technology, 177(1-2): 23-29.
- Arianto A.M, L. Malesi, W. Kurniawan. 2021. Perbandingan kualitas dan karakteristik silase kombinasi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) – *Indigofera zollingeriana* dengan menggunakan asam laktat organik dan inokulan bal dari ekstrak rumput gajah terfermentasi. Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo, 3(2): 118–124

- Astuti M. H., R. Anjalani, L. Silitonga. 2017. Kualitas dan Karakteristik Fermentasi Silase Kombinasi Rumput Gajah dan Indigofera zollingeriana. *Jurnal Ilmu Hewan Tropika*. Vol 6 (1): 29-33.
- FAO. 2020. Sustainable animal feeding strategies: Supporting food security, climate change adaptation and mitigation. FAO, Rome.
- Herawati E, dan M. Royani. 2017. Proses fermentasi anaerob daun gamal terhadap laju perubahan kadar asam laju produksi asam laktat dan ammonia. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science) IJAS*. 7(2): 29-32.
- Jasin I., dan S. Sugiyono. 2014. "Pengaruh penambahan tepung gapplek dan isolat bakteri asam laktat dari cairan rumen sapi PO terhadap kualitas silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal Of Animal Science)* 16(2): 96-103.
- Kizilsimsek. M., A. Erol, S. Calislar. 2005. Effects of raw material and silo size on silage quality. *Livestock Research For Rural Development*. 17(33). Retrieved July 8, 2016
- Kojo R., D. Rustandi, Y.R. Tulung, S.S. Malalantang. 2015. Pengaruh penambahan dedak padi dan tepung jagung terhadap kualitas fisik silase rumput gajah. *Jurnal Zootek*. 35(1): 21-29.
- Kung Jr. L., R. D. Shaver, R. D. Grant, dan R. J. Schmidt. 2018. Silage Science and Tecnology Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5): 4020-4033.
- Kusmartono K. 2015. Evaluasi kualitas nutrisi silase indigofera zollingeriana dengan penambahan dedak padi. *Jurnal Peternakan. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 13(3): 76-87
- Murtini E.S., dan N.F. Sabil. 2021. Sorgum dan Pemanfaatannya Dalam Industri Pangan. FTB UB Press. Universitas Brawijaya
- Nisa C., T. Widystuti, dan R. Firmansyah. 2022. Pengaruh penambahan sumber karbohidrat terhadap kualitas silase hijauan tropis. *Jurnal Ilmu Ternak*, 23(2): 45–52.
- Ososanya T. O., dan O. A. Olorunnisomo. 2015. Silage characteristics and preference of sheep for wet brewer's grain ensiled with maize cob. *livestock research for rural development*. 27(12). from http://www.lrrd.org/lrrd27/1/osos270_12.htm.
- Prasetyo T.B. 2019. Pembuatan pakan ternak fermentasi (silase) swadaya: *Indonesian Journal of Community Empowerment*. 1(1): 48-54)
- Seglar B. 2003. Fermentation Analysis and Silage Quality Testing. *Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference*, College of Veterinary Medicine, University of Minnesota.
- Salim R., B. Irawan., A. Amiruddin, H. Hendrawan dan M. Nakatani. 2002. Pengawetan Hijauan Untuk Pakan Ternak. Silase. Sonisugema Pressindo. Bandung.
- Sirait J., K. Simanihuruk, R. Hutasoit, 2019. The potency of *Indigofera* sp. as goat feed: production, nutritive value and palatability. In: Proceeding of International Seminar on Forage Based Feed Resources. Bandung, 3-7 Agustus 2009. Taipei (Taiwan): Food and Fertilizer Technology Centre (FFTTC) ASPAC, Livestock Research Centre-COA, ROC and IRIAP. p. 4-
- Stefani J.W.H., F. Driehuis, J.C. Gottschal, dan S. F. Spoelstra. 2010. Silage fermentation processes and their manipulation: Electronic Conference On Tropical Silage. FaO:6–33
- Wanapat M., V. Chanthakhoun, W. Khota. 2012. Effect of Feeding indigofera zollingeriana silage on rumen fermentation and nutrient

- digestibility in goats. *Journal of Animal Science*, 90 (13):
- Wilkinson J.M. 2005. Silage and Hay Production. Nottingham University Press, Nottingham, UK