

Perubahan Biomassa dan Komposisi Nutrisi Silase Ransum Komplit Berbasis Daun Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan Secara *As-Fed*

(Dynamics of Biomass and Nutritional Composition in Cocoa-Leaf-Based Complete Ration Silage Across Varying As-Fed Storage Durations)

Mita Arifa Hakim^{1*}, Andi Muh. Fuad Al-Kautsar¹, Ichlasul Amal¹, Abdul Alim Yamin², Syahrani Syahrir², Asmuddin Natsir², Meygi Caesarika Putri Ilahude³

¹Program Studi Terapan Teknologi Pakan Ternak, Fakultas Vokasi, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan No. KM.10, Tamalanrea Indah, Kec. Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia 90245

²Departemen Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan No. Km.10, Tamalanrea Indah, Kec. Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia 90245

³Fakultas Peternakan, Universitas Halu Oleo, Kendari Jl. H.E.A. Mokodompit, Kampus Hijau Bumi Tridarma Andonuhu, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia 93232.

*Corresponding author: mitaarifahakim@unhas.ac.id

Abstrak. Daun kakao berpotensi sebagai sumber serat dan komponen nutrisi. Meskipun demikian, lama penyimpanan silase sering berpengaruh terhadap kualitas nutrisi akibat perubahan biologis dan kimiawi selama proses fermentasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dinamika biomassa nutrisi silase ransum komplit berbasis daun kakao yang disimpan secara *as-fed* pada beberapa periode penyimpanan. Penelitian menggunakan empat perlakuan dengan 5 ulangan yaitu tanpa penyimpanan (P1), 2 minggu (P2), 4 minggu (P3), dan 6 minggu (P4). Ransum diformulasikan dengan kadar protein sekitar 10%, digiling, ditimbang sesuai formulasi, dicampur homogen, dan dikemas secara anaerob dalam unit 1 kg. Parameter yang diamati meliputi bahan kering (BK), protein kasar (PK), serat kasar (SK), dan BETN. Kualitas nutrisi diuji melalui analisis Proksimat dan menggunakan alat Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). Analisa data menggunakan analisis ragam (*Analysis of Variance/ ANOVA*) untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Hasil menunjukkan adanya penurunan pada kandungan BK, PK, dan SK seiring bertambahnya lama penyimpanan, yang mengindikasikan terjadinya degradasi nutrisi akibat aktivitas mikroba fermentatif, respirasi residual, dan proses fermentasi lanjutan selama ensilase. Hasil penelitian menunjukkan kandungan nutrisi terbaik yang didapatkan yaitu pada perlakuan P2. Fraksi BETN mengalami peningkatan pada minggu kedua, namun menurun kembali pada masa penyimpanan lebih panjang, mencerminkan konsumsi karbohidrat mudah larut oleh mikroorganisme selama fermentasi berlangsung. Lama penyimpanan silase memiliki pengaruh nyata terhadap kualitas nutrisi ransum komplit berbasis daun kakao. Penetapan periode penyimpanan optimum diperlukan untuk mempertahankan stabilitas nilai nutrisi dan memastikan silase tetap memenuhi standar kualitas untuk pakan ruminansia.

Kata kunci: silase ransum komplit, daun kakao, lama penyimpanan, kualitas nutrisi, fermentasi

Abstract. Cocoa leaves have the potential to be a source of fiber and nutrients. However, the length of silage storage often affects nutritional quality due to biological and chemical changes during the fermentation process. This study aims to evaluate the dynamics of the nutritional biomass of cocoa leaf-based complete feed silage stored as-fed for several storage periods. The study used four treatments with 5 replicates, namely no storage (P1), 2 weeks (P2), 4 weeks (P3), and 6 weeks (P4). The ration was formulated with a protein content of around 10%, ground, weighed according to the formulation, mixed homogeneously, and packaged anaerobically in 1 kg units. The parameters observed included dry matter (DM), crude protein (CP), crude fiber (CF), and BETN. Nutritional quality was tested through Proximate analysis and using a Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) device. Data analysis used analysis of variance

(ANOVA) to determine the effect of the treatment. The results showed a decrease in DM, CP, and CR content as storage time increased, indicating nutrient degradation due to fermentative microbial activity, residual respiration, and continued fermentation during ensilage. The results of the study show that the best nutrient content was obtained in treatment P2. The BETN fraction increased in the second week, but decreased again during longer storage periods, reflecting the consumption of soluble carbohydrates by microorganisms during fermentation. The duration of silage storage has a significant effect on the nutritional quality of complete rations based on cocoa leaves. Determining the optimum storage period is necessary to maintain nutritional stability and ensure that silage continues to meet quality standards for ruminant feed.

Keywords: complete-ration silage, cocoa leaves, storage duration, nutrient quality, fermentation

1. Pendahuluan

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang menghasilkan limbah hijauan cukup melimpah, terutama berupa daun kakao, yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pakan ruminansia [1]. Daun kakao yang melimpah dan berpotensi digunakan sebagai bahan pakan alternatif karena ketersediaannya yang tinggi, kandungan nutrisi yang masih dapat dimanfaatkan ternak, serta sifatnya yang mudah difermentasi [2]. Menurut [3] kambing yang diberi pakan daun kakao berat badannya bertambah dari $30,6 \pm 13,5$ g/ekor/hari (pakan rumput) menjadi $61,2 \pm 9,5$ g/ekor/hari jika ditambahkan daun kakao sebanyak 2 kg/ekor/hari dengan pakan dasar rumput. Ditambahkan pendapat [4] daun kakao yang masih segar mengandung nutrisi yang baik untuk dijadikan pakan ternak yakni kadar bahan kering 62,95%, protein kasar 7,65%, lemak kasar 4,54%, dan serat kasarnya 47,12%. Pemanfaatan daun kakao sebagai pakan dapat menjadi strategi penting dalam meningkatkan efisiensi penggunaan limbah pertanian dan mendukung sistem produksi ternak berkelanjutan. Namun demikian, daun kakao ini memiliki kandungan serat kasar yang tinggi dan karakteristik fisik serta kimia bahan ini memerlukan proses pengawetan, seperti ensilase, untuk memperbaiki serta menjaga kualitas nutrisi selama penyimpanan [5]. Silase ransum komplit (complete feed silage) menjadi salah satu pendekatan yang mampu menstabilkan kualitas biomassa, mengurangi kehilangan nutrisi, serta meningkatkan ketersediaan pakan sepanjang musim [6].

Meskipun demikian, informasi mengenai perubahan biomassa dan komposisi nutrisi silase ransum komplit berbasis daun kakao pada berbagai lama penyimpanan secara *as-fed* masih terbatas, sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk mengevaluasi dinamika nutrisi selama penyimpanan dan memastikan kualitas pakan tetap optimal. Lama penyimpanan silase dapat mempengaruhi stabilitas fermentasi, kadar air, dan degradasi nutrisi tertentu, sehingga penting untuk memantau perubahan selama periode penyimpanan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh perbedaan lama penyimpanan terhadap biomassa dan komposisi nutrisi bahan kering, protein kasar, serat kasar, dan BETN dari silase ransum komplit berbasis daun kakao yang disimpan secara *as-fed*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Industri Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. Kegiatan penelitian mencakup proses pembuatan dan penyimpanan silase ransum komplit dalam bentuk *as-fed* dengan variasi lama penyimpanan.

2.1. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan pakan yang digunakan dalam studi ini meliputi daun kakao, molases, mineral, dedak, ampas tahu, jagung giling, dan garam. Peralatan pendukung penelitian terdiri dari mesin chopper, terpal, timbangan digital, mixer pakan, alat vakum, spidol, kantong plastik bening, karet gelang, ember, cawan petri, dan instrumen analisis Near Infrared Reflectance (NIR).

2.2. Pelaksanaan Penelitian

Formulasi ransum komplit dengan kadar protein $\pm 10\%$ disusun sebagai tahap awal. Seluruh bahan pakan ditimbang mengikuti komposisi pada Tabel 1. Daun kakao yang digunakan pada penelitian adalah daun kakao tua/ atau yang telah lepas dari ranting pohon, kemudian digiling untuk mengurangi

ukuran partikel serta melunakkan tekstur sebelum proses pencampuran. Setelah seluruh bahan dicampurkan hingga homogen, ransum dikemas masing-masing 1 kg dan selanjutnya disimpan secara anaerob.

Tabel 1. Komposisi Bahan Pakan dalam Pembuatan Ransum komplit

Bahan Pakan	Komposisi Ransum Komplit	
	R _i	% <i>As feed</i>
Daun Kakao Kering	45	35.71
Dedak	30	22.55
Jagung giling	13.5	10.59
Ampas tahu	2.5	17.05
Molases	5	11.37
Mineral	2	1.36
Urea	1	0.68
Garam	1	0.68
	100	100

2.3. Analisis Data

Penelitian ini mengamati perubahan komponen nutrisi, yaitu bahan kering, protein kasar, serat kasar, dan BETN. Pengujian kualitas nutrisi dilakukan melalui analisis proksimat menggunakan perangkat Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan sebagai berikut:

P1 : Penyimpanan selama 0 minggu.

P2 : Penyimpanan selama 2 minggu.

P3 : Penyimpanan selama 4 minggu.

P4 : Penyimpanan selama 6 minggu.

Analisa data menggunakan analisis ragam (*Analysis of Variance/ ANOVA*) untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Jika terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan [7] untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan rata-rata persentase massa nutrisi bahan kering, protein kasar, serat kasar dan nilai BETN setiap perlakuan setelah proses penyimpanan ransum komplit berbasis daun kakao. Hasil penelitian rata-rata biomassa nutrisi ransum komplit berbasis daun kakao tertera pada Tabel.2

Tabel 2. Perubahan Rataan Biomassa Nutrisi Silase Ransum Komplit Berbasis Daun Kakao pada Berbagai Lama Penyimpanan *As-Fed*

Parameter	Perlakuan			
	P1	P2	P3	P4
Bahan Kering (g)	784.4 ^d ±3.92	755.9 ^c ±20.42	733.9 ^b ±14.44	714.4 ^a ±5.76
Protein Kasar(g)	87.6 ^b ±4.20	73.9 ^a ±6.68	73.2 ^a ±2.62	71.4 ^a ±2.30
Serat Kasar (g)	146.0 ^c ±4.46	137.8 ^b ±2.66	138.6 ^b ±6.83	126.7 ^a ±6.47
BETN (g)	355.1 ^b ±11.16	389.0 ^c ±7.75	321.4 ^a ±12.58	317.9 ^a ±8.27

Keterangan : Huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$). P1 = tanpa penyimpanan; P2 = penyimpanan selama 2 minggu; P3 = penyimpanan selama 4 minggu; P4 = penyimpanan selama 6 minggu.

Data pada tabel 2 menunjukkan perubahan biomassa nutrisi silase ransum komplit berbasis daun kakao pada berbagai lama penyimpanan. Data bahan kering, protein kasar, dan serat kasar menunjukkan penurunan seiring bertambahnya lama penyimpanan dari P1 (tanpa penyimpanan) hingga P4 (6 minggu). Perubahan ini dapat disebabkan oleh aktivitas mikroba, respirasi residual bahan, serta proses fermentasi yang terus berlangsung sehingga mengurangi nutrisi utama. Hal ini sesuai dengan pendapat [8] bahwa aktivitas mikroba selama proses fermentasi memengaruhi hilangnya nutrisi, karena

mikroorganisme menggunakan nutrisi seperti gula dan protein selama fermentasi sehingga terjadi penurunan bahan kering dan beberapa nutrisi lainnya. Temuan tersebut menunjukkan bahwa semakin lama ransum disimpan, semakin besar kehilangan nutrisi yang terjadi, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kualitas silase secara keseluruhan.

Data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa biomassa nutrisi pada silase ransum komplit berbahan dasar daun kakao mengalami penurunan yang nyata selama penyimpanan. Kandungan bahan kering (BK), protein kasar (PK), dan serat kasar (SK) terus berkurang dari perlakuan tanpa penyimpanan (P1) hingga enam minggu penyimpanan (P4). Sebaliknya, fraksi BETN mengalami peningkatan pada minggu kedua sebelum kemudian menurun kembali pada periode penyimpanan yang lebih panjang. Penurunan BK dan PK pada periode enam minggu menunjukkan terjadinya degradasi nutrisi selama penyimpanan dalam bentuk *as-fed*, yang kemungkinan disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme saprofit, respirasi residu bahan, dan fermentasi lanjutan yang menyebabkan hilangnya massa kering dan protein [9].

Sementara itu penurunan konsentrasi bahan kering dan protein kasar pada minggu keenam mencerminkan adanya degradasi nutrisi selama proses penyimpanan *as-fed*. Karbohidrat mudah larut masih tersedia cukup banyak pada awal penyimpanan, namun secara bertahap dimanfaatkan oleh mikroba fermentatif sebagai sumber energi selama proses ensilase berlangsung [10]. Dengan bertambah lama penyimpanan, ketersediaan substrat tersebut menurun sehingga menyebabkan penurunan proporsi BETN dan nilai nutrisi total. Penyimpanan yang terlalu lama dapat mendukung perkembangan mikroba pembusuk serta memicu perubahan kimiawi yang memperburuk kualitas silase [11]. Dengan demikian, semakin panjang waktu penyimpanan, semakin besar potensi kehilangan nutrisi yang terjadi, menekankan pentingnya menentukan periode penyimpanan optimum pada ransum komplit berbasis daun kakao untuk mempertahankan mutu pakan.

3.1 Bahan Kering

Kandungan bahan kering (BK) menunjukkan pola penurunan konsisten seiring bertambahnya durasi penyimpanan, dari 784.4 g pada P1 menjadi 714.4 g pada P4. Penurunan ini berkaitan dengan aktivitas fermentasi awal yang memanfaatkan fraksi karbohidrat mudah larut sebagai substrat pertumbuhan bakteri asam laktat, sehingga sebagian bahan kering hilang melalui produksi CO₂ dan energi panas [12]. Hal yang serupa pada penelitian [13] yang menunjukkan bahwa pada silase ransum komplit terjadi penurunan kandungan protein seiring bertambahnya lama penyimpanan dan semakin lama penyimpanan sangat berdampak pada kualitas nutrisi silase.

Penurunan BK yang lebih nyata pada periode awal penyimpanan (P1–P3) menggambarkan fase fermentasi intensif yang umumnya berlangsung pada 2–4 minggu pertama. Setelah pH silase mencapai nilai stabil (<4.2), aktivitas mikroba menurun sehingga kehilangan BK pada fase berikutnya relatif kecil, sebagaimana terlihat pada perubahan dari P3 ke P4 [2]. Hal ini konsisten dengan dinamika stabilisasi ensilase yang dilaporkan pada berbagai jenis ransum komplit berbahan hijauan. Daun kakao sebagai salah satu komponen ransum memiliki kandungan air tinggi dan kadar gula terlarut yang terbatas, yang dapat meningkatkan risiko kehilangan BK selama proses fermentasi. Bahan berserat dengan kandungan karbohidrat larut rendah cenderung mengalami fermentasi yang kurang efisien dan menyebabkan kehilangan massa kering lebih besar dibanding bahan dengan kadar substrat fermentatif yang memadai [14].

3.2 Protein Kasar

Kandungan protein kasar (PK) mengalami penurunan selama masa penyimpanan, dari 87.6 g pada P1 menjadi 71.4 g pada P4. Hal yang sama terjadi pada penelitian [13] yaitu terjadi penurunan kandungan protein kasar pada ransum komplit yang difermentasi dengan lama penyimpanan sebulan. Penurunan ini disebabkan oleh aktivitas enzim proteolitik tanaman dan mikroorganisme yang menghidrolisis protein menjadi fraksi nitrogen non-protein (NPN) serta asam amino sederhana pada tahap awal fermentasi [15]. Hal ini sesuai dengan pola perubahan pada P1–P2 yang mencerminkan fase proteolisis intensif segera setelah proses ensilase dimulai.

Aktivitas bakteri heterofermentatif dan mikroba pembusuk turut berkontribusi terhadap degradasi protein, terutama ketika kondisi anaerob belum sepenuhnya terbentuk. Mikroba tersebut dapat memanfaatkan asam amino sebagai substrat energi melalui proses deaminasi, menghasilkan amonia dan meningkatkan kehilangan nitrogen selama penyimpanan [2]. Penurunan PK yang lebih bertahap dari P2 hingga P4 mencerminkan fase stabil silase, ketika pH rendah menghambat aktivitas enzimatis dan mikroba proteolitik. Komponen ransum berbasis daun kakao memiliki protein yang relatif mudah terdegradasi, sehingga kehilangan PK selama ensilase cenderung lebih besar dibanding bahan dengan tingkat lignifikasi tinggi. Kandungan tanin pada daun kakao sebenarnya berpotensi menghambat proteolisis melalui ikatan tanin-protein, namun efektivitasnya sangat bergantung pada konsentrasi dan bentuk tanin yang tersedia dalam bahan segar [16].

3.3 Serat Kasar

Kandungan serat kasar menunjukkan penurunan yang moderat dari 146.0 g (P1) menjadi 126.7 g (P4), dan perubahan tersebut bersifat signifikan. Hal ini serupa dengan penelitian [17] yang menunjukkan penurunan kandungan serat kasar pada fermentasi silase dan amoniasi kulit kakao. Penurunan ini berkaitan dengan aktivitas mikroba selulolitik yang mampu mendepolimerisasi sebagian fraksi serat, terutama hemiselulosa, selama fase awal fermentasi anaerob [18]. Walaupun tingkat degradasi serat pada ensilase tidak seintensif fermentasi di dalam rumen, proses hidrolisis parsial tetap dapat berlangsung pada dua hingga empat minggu pertama sehingga menurunkan nilai serat kasar.

Daun kakao memiliki fraksi hemiselulosa yang relatif lebih mudah terdegradasi dibandingkan komponen selulosa yang lebih resisten, sehingga aktivitas fermentasi dapat menyebabkan penurunan serat kasar yang lebih jelas seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Kondisi ini menjelaskan rendemen serat kasar yang lebih rendah pada perlakuan P4 dibanding P1. Selain itu, penurunan pH selama ensilase menyebabkan perubahan struktur dinding sel, meningkatkan kelarutan beberapa fraksi serat sehingga terukur lebih rendah pada analisis laboratorium [19].

Meski demikian, penurunan serat kasar antarsampel tidak terlalu drastis, yang menunjukkan bahwa fraksi struktural seperti selulosa dan lignin tetap relatif stabil selama proses ensilase. Hal ini sejalan dengan karakteristik ensilase yang pada dasarnya tidak mampu menghidrolisis lignoselulosa secara ekstensif karena mikroba maupun enzim yang terlibat bukan merupakan degrader lignin yang efektif [20].

3.4 BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen)

BETN menunjukkan pola yang berfluktuasi, dengan kenaikan pada P2 (389.0 g) sebelum akhirnya menurun hingga 317.9 g pada P4. Peningkatan awal tersebut kemungkinan terjadi akibat berkurangnya sebagian fraksi serat atau air selama fase awal fermentasi, sehingga proporsi fraksi ekstrakatif tanpa nitrogen meningkat secara relatif. Karena BETN merepresentasikan karbohidrat mudah larut, komponen ini sangat sensitif terhadap perubahan komposisi bahan dan proses fermentasi, mengingat gula terlarut merupakan substrat utama bagi bakteri asam laktat selama ensilase [21].

Penyimpanan minggu kedua hingga minggu keenam, BETN cenderung menurun secara bertahap, mencerminkan pemanfaatan karbohidrat terlarut oleh mikroba fermentatif. Semakin lama penyimpanan, semakin sedikit substrat yang tersedia sehingga kandungan BETN terukur menurun. Fenomena ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menjelaskan bahwa gula terlarut umumnya mengalami penurunan tajam dalam 1–2 minggu pertama fermentasi dan terus menurun ketika fermentasi berlanjut hingga beberapa minggu berikutnya [22]. Fluktuasi nilai BETN juga dapat dipengaruhi oleh variasi komposisi bahan seperti molases dan daun kakao serta perbedaan efisiensi fermentasi antar unit ensilase. Molases sebagai sumber gula mudah larut meningkatkan kadar BETN pada awal proses, namun fermentasi yang berlangsung sangat intensif dapat menyebabkan konsumsi gula yang lebih besar sehingga nilai BETN pada periode penyimpanan lebih panjang (P3–P4) menjadi semakin rendah [23]. Dengan demikian, dinamika BETN mencerminkan interaksi antara karakteristik bahan, tingkat ketersediaan substrat fermentatif, dan efektivitas proses ensilase.

4. Kesimpulan

Penyimpanan silase ransum komplit berbasis daun kakao hingga enam minggu menyebabkan penurunan bertahap pada bahan kering, protein kasar, dan serat kasar, menunjukkan terjadinya degradasi nutrisi selama proses ensilase. Kandungan nutrisi terbaik yang didapatkan pada penelitian ini yaitu perlakuan P2 dengan lama penyimpanan selama 2 minggu, fraksi BETN meningkat pada minggu kedua namun kemudian menurun seiring berkurangnya karbohidrat mudah larut yang digunakan mikroba fermentatif. Semakin lama silase disimpan, semakin besar kehilangan nutrisi yang terjadi, sehingga diperlukan penetapan lama penyimpanan optimum untuk mempertahankan kualitas pakan.

5. Daftar Pustaka

- [1] McDonald P, Henderson AR and Heron SJE. 1991. The Biochemistry of Silage. 2nd ed. Marlow: Chalcombe Publications.
- [2] Kung L Jr, Shaver RD, Grant RJ and Schmidt RJ. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *J Dairy Sci.* 101(5):4020–33.
- [3] Gunawan, Werdhany WI dan Budisatria IGS. 2017. Pengaruh pemberian pakan daun kakao terhadap pertambahan bobot badan kambing (studi pada petani di Desa Banjarharjo Kulon Progo). *Buletin Peternakan.* 41(4):414-419.
- [4] Gunawan, Sukar, Werdhany WI, Hatmi RU, Djaafar TF, Winarti E, Astuti AP, Wirasti CA, Suparjana, Marthon A, Supriadi R, Afriani, Sutarno, Nilawati R, Jumanto, dan Budisatria IGS. 2016. Model Pengembangan Pertanian Bioindustri Berbasis Integrasi Kakao Kambing di Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta (ID): Balai Pengkajian Teknologi Pertanian
- [5] Wilkinson JM and Rinne M. 2014. Preservation of forage crops. In: Van Alfen N, editor. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*. Vol 3. Elsevier; 2014. p. 203–15.
- [6] Van Soest PJ. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press; 1994.
- [7] Steel RGD and J.H Torrie. 1997. Principles and Biometrical Approach, 3rd ed. Mc Graw. Hill, Inc., Singapore
- [8] Tuovinen OH, Niemelä SI and Rajala-Schultz PJ. 2025. The Role of Microbes in Ensiling. *Microorganisms*. doi: 10.3390/microorganisms13102237.
- [9] Weinberg ZG and Muck RE. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol Rev.* 19(1):53–68.
- [10] Muck RE. 2010. Silage microbiology and its control through additives. *Rev Bras Zootec.* 2010;39:183–91.
- [11] Borreani G, Tabacco E, Schmidt RJ, Holmes BJ and Muck RE. 2018. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *J Dairy Sci.* 2018;101:3952–79.
- [12] McEniry J, Allen M, Murphy JP and O’Kiely P. 2014. Grass silage fermentation characteristics: Effects on dry matter and nutrient recovery. *Grass Forage Sci.* 2014;69(3):431–44.
- [13] Mustabi, Rinduwati dan Mutmainna. 2019. Kandungan protein kasar dan serat kasar silase ransum komplit pada berbagai bentuk dan lama penyimpanan. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak.* 13(1): 10-16
- [14] Playne MJ and McDonald P. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *J Sci Food Agric.* 1966;17:264–8.
- [15] Guo XS, Ding WR, Han JG and Zhou H. 2012. Proteolysis in wilted and unwilted alfalfa silages. *Grass Forage Sci.* 67(1):55–63.
- [16] Makkar HPS. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Rumin Res.* 2003;49:241–56.

- [17] Khaidir A. 2025. Analisa proksimat pengolahan daun kakao sebagai pakan ternak. *Journal of Innovation Research and Knowledge (JIRK)*. 4(10): 7595-7600s
- [18] Klopfenstein TJ and Owen FN. 1981. Particle size, passage rate, and digestibility relationships in forages and concentrates. *J Anim Sci*. 1981;53:1454–64.
- [19] Van Kuijk SJA, Sonnenberg ASM, Baars JJP, Hendriks WH and Cone JW. 2015. Fungal treatment of lignocellulosic biomass to improve rumen degradability. *Anim Feed Sci Technol*. 2015;209:40–53.
- [20] Jung HG and Allen MS. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J Anim Sci*. 1995;73:2774–90.
- [21] Keady TWJ and Mayne CS. 2001 The effects of concentration and type of molasses on grass silage fermentation. *Grass Forage Sci*. 2001;56:245–58.
- [22] Filya I. 2004. Nutritive value and aerobic stability of whole-crop maize silage harvested at four stages of maturity. *Anim Feed Sci Technol*. 2004;116:141–50.
- [23] Contreras-Govea FE, Muck RE, Broderick GA and Weimer PJ. 2011. Fermentation and Nutritive Value of Alfalfa Silage Treated with Lactic Acid Bacteria and Molasses. *J Dairy Sci*. 2011;94:4533–41.