

Studi *In Vitro* Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dan Kencur (*Kaempferia galanga*) sebagai Feed Additive Alami Terhadap Fermentabilitas dan Protozoa Rumen

Study of Fermentability and Rumen Protozoa from Javanese Turmeric (*Curcuma xanthorrhiza*) and Aromatic Ginger (*Kaempferia galanga*) as Natural Feed Additives

A Rosmalia¹, D Evvyernie^{1*}, D E Yolanda¹, D M Fassah¹

Corresponding email:
dwierra_ernie@apps.ipb.ac.id,

¹) Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB University, Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

ABSTRACT

This research investigated the potential of Javanese turmeric (*Curcuma xanthorrhiza*) and aromatic ginger (*Kaempferia galanga*) as natural feed additives in dairy cow diets, focusing on their effects on rumen fermentation characteristics and protozoa population through an *in vitro* study. The study employed a randomized block design consisting of four treatments and three replicates, utilizing rumen fluid obtained from three fistulated Friesian Holstein bull dairy cows. The treatments were defined as follows: P0 = control diet; P1 = P0 + 10% Javanese turmeric; P2 = P0 + 10% aromatic ginger; P3 = P0 + 5% Javanese turmeric + 5% aromatic ginger. The parameters assessed included rumen pH, ammonia (NH₃) concentration, total volatile fatty acids (VFA) concentration, and protozoa population. Data analysis was performed using analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's multiple range test to identify significant differences ($p < 0.05$). The results showed that none of the treatments significantly affected on the measured parameters (rumen pH, ammonia, VFA, and protozoa populations). The best results were observed in treatment P2 (10% aromatic ginger), which exhibited average values within the normal range across all parameters. The study concluded that dietary inclusion of Javanese turmeric and aromatic ginger, either alone or combined, did not disrupt rumen fermentation balance.

Key words: aromatic ginger, feed additive, fermentability, Javanese turmeric, *in vitro*

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji potensi temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dan Kencur (*Kaempferia galanga*) sebagai *feed additive* alami dalam pakan sapi perah, yang berfokus pada pengaruhnya terhadap karakteristik fermentasi rumen dan populasi protozoa melalui studi *in vitro*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan, dengan cairan rumen yang diperoleh dari tiga sapi perah jantan Friesian Holstein berfistula. Perlakuan ditetapkan sebagai berikut: P0 = ransum kontrol; P1 = P0 + temulawak 10%; P2 = P0 + kencur 10%; P3 = P0 + temulawak 5% + kencur 5%. Peubah yang diukur meliputi pH rumen, konsentrasi amonia (NH₃), konsentrasi asam lemak volatil (VFA) total, dan populasi protozoa. Analisis data dilakukan menggunakan analisis ragam (ANOVA), diikuti oleh uji rentang-berganda Duncan untuk mengidentifikasi perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perlakuan yang berpengaruh yang nyata terhadap pH rumen, amonia, VFA total, dan populasi protozoa. Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh perlakuan P2, dengan nilai rata-rata yang berada di kisaran normal pada semua peubah uji. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan temulawak dan kencur dalam pakan baik secara tunggal atau dikombinasikan tidak mengganggu keseimbangan rumen.

Kata kunci: *feed additive*, fermentabilitas, *in vitro*, kencur, temulawak



PENDAHULUAN

Peningkatan produktivitas ternak ruminansia merupakan salah satu tantangan utama dalam industri peternakan di Indonesia. Semakin tingginya permintaan akan protein hewani mendorong peternak untuk mencari cara agar pakan yang diberikan dapat dimanfaatkan lebih efisien, sehingga menghasilkan produk berkualitas tinggi. Namun, saat ini fluktuasi harga, kualitas pakan, dan juga dampak lingkungan yang dihasilkan oleh ternak menjadi tantangan bagi sektor peternakan di Indonesia. Oleh karena itu, perlu diterapkan inovasi yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pakan tanpa menimbulkan efek negatif bagi ternak dan lingkungan. Penggunaan *feed additive*, menjadi salah satu solusi yang mampu mendorong dan meningkatkan produktivitas, serta menjaga kesehatan ternak (Nurhayu et al. 2024).

Feed additive merupakan bahan pakan yang ditambahkan dengan tujuan tertentu. *Feed additive* yang biasa diberikan antara lain berupa obat-obatan, antibiotik, maupun hormon-hormon pertumbuhan. Namun, pemberian *feed additive* berupa antibiotik dapat menyebabkan berbagai efek negatif. Sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian No.14/ PERMENTAN/ PK.350/5/ 2017 mengenai klasifikasi obat hewan, bahwa penggunaan antibiotik sebagai *feed additive* di Indonesia telah dilarang, karena menimbulkan residu yang mengakibatkan resistensi sehingga akan membahayakan ternak dan konsumen. Alternatif yang dapat digunakan yaitu dengan memanfaatkan *feed additive* yang berasal dari tanaman herbal (Mayasari et al. 2024). Indonesia memiliki banyak tanaman yang dapat dimanfaatkan dan berpotensi untuk dijadikan *feed additive*. Jenis tanaman herbal yang dapat digunakan sebagai *feed additive* yaitu temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dan kencur (*Kaempferia galanga*).

Rimpang temulawak mengandung beragam senyawa kimia, seperti kurkuminoid, minyak atsiri, pati, protein, lemak, selulosa, dan mineral (Ma'tan et al. 2022). Temulawak mengandung kurkumin sebanyak 27,19% dan memiliki aktivitas antioksidan sebesar 87,01 ppm. Temulawak juga diketahui dapat membuat rasa lapar muncul lebih cepat, meningkatkan nafsu makan, konsumsi pakan, serta efisiensi penggunaannya (Wati & Yusuf 2020). Kencur mengandung senyawa *etil parametoksisinamat* (EPMS) yang berperan sebagai prekursor dalam sintesis fitokimia, dan memberi aroma serta rasa khas pada kencur (Soleh & Megantara 2019; Subaryanti et al. 2023). Kencur juga mengandung banyak senyawa aktif, seperti minyak atsiri, alkaloid, gum, dan pati. Kandungan ini membantu meningkatkan konsumsi pakan dan penyerapan nutrisi yang mendukung pertumbuhan (Yahya et al. 2022). Pemanfaatan temulawak dan kencur ini sejalan dengan tren global yang mengutamakan penggunaan *feed additive* yang aman dan ramah lingkungan. Namun, senyawa flavonoid yang bersifat antibakteri dalam kedua bahan ini dapat memengaruhi mikroba rumen apabila digunakan dengan

dosis yang tidak tepat. Oleh karena itu, diperlukan pengujian untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya dalam mendukung fermentasi rumen secara optimal agar menguntungkan ternak semanganya. Berdasarkan pernyataan di atas perlu dilakukannya penelitian mengenai efektivitas temulawak dan/atau kencur terhadap fermentabilitas dan populasi protozoa dalam ransum sapi perah secara *in vitro*.

METODE

Bahan dan Alat yang digunakan

Ransum penelitian terdiri dari rumput gajah umur 90 hari, konsentrat, bubuk temulawak (Hays, Indonesia), bubuk kencur (Hays, Indonesia). Bahan analisis *in vitro* meliputi cairan rumen, air destilasi, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3 , NaCl , KCl , $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, HCl , gas CO_2 , larutan Na_2CO_3 , larutan asam borat, larutan H_2SO_4 , larutan HgCl_2 , NaOH , indikator PP, dan larutan Trypan Blue Formal Saline (TBFS). Alat yang digunakan meliputi alat alat yang digunakan untuk analisis peubah *in vitro*.

Prosedur Penelitian

Pembuatan pakan

Ransum diformulasikan berdasarkan kebutuhan sapi perah laktasi menurut NRC (2001) dengan imbang hijauan dan konsentrat adalah 60:40. Hijauan yang berupa rumput gajah dengan umur potong 90 hari dan konsentrat sapi perah komersial. Kandungan nutrisi disajikan pada Tabel 1. Ransum standar digunakan sebagai kontrol (P0), dan ransum perlakuan adalah ransum standar disuplementasi dengan temulawak 10% (P1), kencur 10% (P2), dan temulawak 5% dan kencur 5% (P3).

Pengambilan Cairan Rumen

Cairan rumen diambil dari tiga ekor sapi perah jantan Friesian Holstein berfistula berumur 2-3 tahun dengan rerata bobot badan $320 \pm 60,08$ kg. Pengambilan sebelum pemberian pakan pada pagi hari. Pertama-tama, termos berisi air hangat bersuhu 39°C disiapkan, kemudian air hangat pada termos tersebut dibuang untuk mendapatkan suhu yang sesuai.

Tabel 1 Kandungan nutrisi dari rumput gajah dan konsentrat komersial

Kandungan nutrisi	Rumput gajah ¹	Konsentrat komersial ²
Bahan kering (%)	23,10	90,85
Abu (%BK)	9,24	0,93
Protein kasar (%BK)	13,24	10,29
Lemak kasar (%BK)	3,39	3,56
Serat kasar (%BK)	18,19	2,06
BETN (%BK)	55,94	83,16

Sumber: ¹Anzhany et al. 2024; ²Despal et al. 2022; BK=bahan kering; BETN=bahan ekstrak tanpa nitrogen.

Selanjutnya, isi rumen diambil dan disaring menggunakan saringan kain (*cheesecloth*). Cairan rumen yang dihasilkan dari proses penyaringan dimasukkan ke dalam termos, kemudian ditutup rapat dan dibawa ke laboratorium.

Prosedur Analisis In Vitro

Prosedur analisis *in vitro* dilakukan dengan metode Tilley & Terry (1963). Larutan buffer Mc. Dougall disiapkan dengan cara melarutkan Na₂HPO₄·7H₂O (7,42 g), NaHCO₃ (19,6 g), KCl (1,14 g), MgSO₄·7H₂O (0,24 g), NaCl (0,94 g), dan CaCl₂·2H₂O (0,08 g) dalam 1 liter air destilasi dan dialiri gas CO₂ hingga pH netral. Sebanyak 0,5 g ransum ditimbang ke dalam tabung fermentor. Setelah itu, masukkan 40 mL dan 10 mL larutan buffer Mc. Dougall yang sudah dibuat dan cairan rumen, kemudian dialirkan dengan gas CO₂, ditutup dengan karet berventilasi. Sampel diinkubasi selama 4 jam dengan suhu 39°C. Setelah 4 jam inkubasi, sebanyak 1 mL sampel diambil dan dicampurkan dengan larutan TBFS 1 mL untuk analisis protozoa. Sampel diukur pH-nya menggunakan pH meter terkalibrasi. Setelah itu, larutan diteteskan HgCl₂ sebanyak 2 tetes dan disentrifugasi untuk memisahkan supernatan dan padatnya. Cairan supernatan dituang ke botol film dan disimpan didalam freezer untuk analisis konsentrasi amonia dan VFA total. Konsentrasi amonia diukur dengan metode mikrodifusi Conway (Conway 1957), sedangkan konsentrasi VFA total dianalisis dengan metode destilasi uap. Perhitungan protozoa dihitung dengan metode pewarnaan menggunakan mikroskop perbesaran 40x (Ogimoto dan Imai 1981).

Analisis Data

Rancangan acak kelompok (RAK) digunakan dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan kelompok. Perlakuan terdiri atas P0 = ransum kontrol; P1 = P0 + temulawak 10%; P2 = P0 + kencur 10%; P3 = P0 + temulawak 5% + kencur 5%. Cairan rumen yang berasal dari tiga sapi perah Friesian Holstein jantan berfistula digunakan sebagai kelompok. Data yang diperoleh dilakukan analisis ragam (ANOVA) dan apabila berbeda nyata dengan p<0,05 akan dilakukan uji Duncan's multiple range test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fermentasi

Hasil karakteristik fermentasi dari ransum perlakuan ditampilkan pada Tabel 2. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan temulawak maupun kencur dalam hingga 10% dalam ransum sapi perah tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pH rumen. Hal ini sejalan Tawab et al. (2021), bahwa penambahan tanaman herbal berupa (Thyme + seledri) tidak mengubah nilai pH pada rumen. Hal ini menunjukkan bahwa temulawak dan kencur tidak mempengaruhi proses fermentasi dan pencernaan rumen. Nilai pH rumen pada penelitian ini berkisar antara 7,31–7,41. Ramandhani et al (2017) melaporkan bahwa penggunaan bahan rimpang kunyit

dalam ransum sapi perah menghasilkan nilai pH rumen berkisar antara 6,9–7,0. Meskipun demikian rataan pH rumen pada semua perlakuan dapat dikatakan berada pada kondisi normal karena berada dalam kisaran nilai pH yang optimal untuk bakteri selulolitik bekerja dengan baik untuk mendegradasi pakan.

Temulawak mengandung senyawa bioaktif seperti kurkumin dan minyak atsiri yang memiliki sifat antimikroba, namun efektivitasnya dalam menstabilkan pH rumen dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah dosis dan metode pemberian temulawak, dosis yang tidak tepat atau metode pemberian yang kurang sesuai dapat mengurangi efektivitasnya dalam menstabilkan pH rumen. Selain itu, interaksi antara senyawa aktif dalam temulawak dengan mikroba rumen dapat berbeda-beda, sehingga respons terhadap pH rumen tidak selalu konsisten. Menurut Rochmi et al. (2018) bahwa penggunaan bolus temulawak pada sapi potong tidak selalu menghasilkan stabilitas pH rumen yang diharapkan, yang mengindikasikan perlunya penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme dan kondisi optimal penggunaan temulawak sebagai aditif pakan.

Amonia adalah hasil fermentasi rumen dari pemecahan protein dan dimanfaatkan oleh mikroba untuk tumbuh (Rosmalia et al. 2022). Hasil penelitian mengungkapkan bahwa konsentrasi amonia yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan yang nyata antar perlakuan. Nilai konsentrasi amonia berkisar pada 5,17–6,64 mM. Menurut McDonald et al. (2010) nilai konsentrasi amonia untuk aktivitas mikroba rumen berada pada kisaran 6–21 mM. Berdasarkan Zhang et al. (2018) nilai NH₃ yang diperoleh dengan bahan rumput raja, yakni sebesar 4,72 mMol. Rendahnya konsentrasi ammonia menunjukkan defisiensi protein dalam ransum. Jika protein dalam ransum terlalu rendah, jumlah amonia yang dihasilkan di rumen juga akan rendah, yang dapat membatasi pertumbuhan mikroba, mengurangi efisiensi fermentasi pakan, dan akan menyebabkan turunnya kecernaan ransum (Suharti et al. 2018).

Tabel 2 Pengaruh temulawak dan/atau kencur terhadap fermentabilitas rumen

Perlakuan	pH rumen	Konsentrasi amonia (mM)	Konsentrasi VFA total (mM)
P0	7,36±0,14	5,17±1,01	118,70±18,20
P1	7,31±0,18	5,63±1,36	148,23±11,44
P2	7,41±0,09	6,64±0,64	133,25±26,02
P3	7,36±0,18	5,58±1,28	147,10±28,56
<i>p-value</i>	0,461	0,222	0,289

P0 = ransum kontrol; P1 = P0 + temulawak 10%; P2 = P0 + kencur 10%; P3 = P0 + temulawak 5% + kencur 5%.

Nilai kadar ammonia dari setiap perlakuan memiliki nilai yang sangat kecil, artinya semua perlakuan tersebut mengandung kadar protein yang sedikit yang berdampak juga pada populasi dan pertumbuhan mikroba rumen.

Tingginya produksi VFA di dalam rumen menunjukkan bahwa ternak mendapatkan energi yang cukup (Hapsari et al. 2018). Berdasarkan hasil analisis ragam, konsentrasi VFA tidak berbeda nyata akibat adanya penambahan *feed additive* temulawak dan/atau kencur. Konsentrasi VFA pada penelitian ini berkisar 118,70–148,23 mM. Menurut Zahera et al. (2020) produksi VFA yang ideal untuk mendukung pertumbuhan mikroba rumen berkisar antara 70–150 mM. Menurut Nurdin & Susanti (2015), minyak atsiri dalam temulawak dan/atau kencur dapat meningkatkan jumlah mikroba bermanfaat di rumen sekaligus menghambat pertumbuhan mikroba patogen. Proses ini mempercepat pengosongan lambung, sehingga konsumsi pakan dan pencernaan meningkat. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Nurcahyanti et al. (2020), yang menyebutkan bahwa peningkatan VFA dipengaruhi oleh sifat antioksidan dan antipatogen dari kedua bahan tersebut, menciptakan kondisi rumen yang lebih optimal. Namun, perbedaan kandungan VFA antar perlakuan juga dipengaruhi oleh faktor lain, seperti kondisi awal ransum atau komposisi mikroflora rumen. Sifat antioksidan dan antiinflamasi yang dimiliki kurkumin dalam temulawak serta kandungan minyak atsiri dalam kencur berperan dalam menstimulasi aktivitas mikroba fermentatif rumen, yang berdampak pada peningkatan produksi VFA (khususnya asetat dan propionat) serta mampu menurunkan produksi gas metana tanpa mengganggu kinerja mikroba fermentatif penghasil VFA. Total VFA dipengaruhi oleh kandungan kimia pakan, terutama karbohidrat (Riswandi et al. 2017). Selain itu, bentuk fisik pakan, jenis, dan jumlah karbohidrat juga menjadi faktor penting yang memengaruhi produksi VFA (Filasari et al. 2013).

Populasi Protozoa

Protozoa dalam rumen adalah mikroorganisme eukariotik yang berperan penting dalam proses fermentasi pakan pada ruminansia. Protozoa membantu memecah karbohidrat kompleks, seperti serat dan pati, menjadi senyawa sederhana yang dapat digunakan oleh mikroba lain atau diserap oleh hewan. Selain itu, protozoa memangsa bakteri tertentu untuk menjaga keseimbangan populasi mikroba di rumen. Protozoa juga memproduksi asam lemak volatil (VFA) sebagai sumber energi dan berkontribusi pada metabolisme nitrogen dengan mengolah protein dan amonia (Yanuartono et al. 2019). Populasi protozoa dalam rumen mencerminkan kondisi fermentasi dan keseimbangan mikroba yang memengaruhi pencernaan pada ruminansia (Purbowati et al. 2014). Pengendalian protozoa di rumen akan dapat

Tabel 3 Pengaruh temulawak dan kencur terhadap populasi protozoa

Perlakuan	Populasi Protozoa (log sel/mL)
P0	5,71±1,24
P1	6,14±0,35
P2	5,73±0,32
P3	6,02±0,22
<i>p-value</i>	0,844

P0 = ransum kontrol; P1 = P0 + temulawak 10%; P2 = P0 + kencur 10%; P3 = P0 + temulawak 5% + kencur 5%.

menekan produksi gas metan, memodifikasi fermentasi di rumen dan meningkatkan sintesis protein mikroba di rumen (Wahyuni et al. 2014).

Perlakuan penambahan temulawak dan/atau kencur dalam ransum sapi tidak berdampak signifikan terhadap populasi protozoa. Populasi protozoa pada penelitian ini berkisar antara 5,71–6,14 log sel/mL dengan populasi sesuai dengan kondisi normal di dalam rumen sapi perah (5–6 log sel/mL) (Dehority 2004). Hal ini dikarenakan temulawak mengandung senyawa aktif seperti kurkumin yang memiliki banyak manfaat bioaktif, termasuk kemampuannya untuk meningkatkan aktivitas mikroba rumen, termasuk protozoa. Fenomena ini terlihat pada ransum P1 dan P3 yang menggunakan *feed additive* berupa temulawak. Keberadaan kurkumin dapat memodulasi mikrobiota rumen dengan cara meningkatkan metabolisme mikroba dan memperbaiki kondisi lingkungan rumen, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan protozoa ciliate seperti Entodinium (Sanjorjo et al. 2023). Protozoa di rumen berperan dalam degradasi serat dan pati, serta berkontribusi pada kestabilan pH dan proses fermentasi di dalam rumen. Pada ransum P2 yang menggunakan *feed additive* kencur terlihat bahwa populasi protozoa menunjukkan penurunan yang tidak signifikan. Kencur mengandung senyawa bioaktif, termasuk saponin, yang dapat berfungsi sebagai agen defaunasi kuat dengan membentuk kompleks sterol pada membran sel protozoa (Bata et al. 2021). Disamping itu, Maharani et al. (2014) menambahkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah protozoa rumen antara lain jenis makanan, umur, jenis hewan yang menjadi inangnya, dan kondisi pH rumen. Selain itu, faktor lain yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan aktivitas mikroba rumen adalah pH (Dehority, 2004).

SIMPULAN

Penggunaan temulawak dan/atau kencur sebagai *feed additive* dalam ransum sapi perah tidak mengganggu keseimbangan ekosistem di dalam rumen yang ditunjukkan oleh tidak adanya pengaruh signifikan terhadap pH rumen, konsentrasi amonia, VFA total, dan populasi protozoa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anzhany D, Toharmat T, Despal & Łozicki A. 2024. Fatty Acid Biohydrogenation, Fermentation, and Digestibility of Ration Containing Napier and King Grass with Different Harvest Ages and Altitudes: In Vitro Study. *Tropical Animal Science Journal*. 47(1):68-78. doi:10.5398/tasj.2024.47.1.68.
- Bata M, Rahayu S & Oktora M. 2021. Efisiensi metabolisme rumen pakan berbasis jerami padi amoniasi dan konsentrat yang disuplementasi ekstrak daun waru (*Hibiscus tiliaceus*) (In-Vitro). *Jurnal Agripet*. 21(2):113-121.
- Conway EJ. 1957. *Microdiffusion of Analysis of Association Official Analytical Chemist*. Georgia (US) : Georgia Press.
- Dehority BA. 2004. *Rumen Microbiology*. Thrumpton: Nottingham University Press.
- Despal D, Alifianty OF, Pratama AP, Febrianti F, Evvyernie D, Wijayanti I, Nuraina N, Agustiyani I & Rosmalia A. 2022. In situ degradation of dairy cattle feedstuffs using reusable local nylon fabric bags. *Veterinary World*. 15(9):2234-2243.
- Filasari O, Christiyanto M, Nuswantara L K & Pangestu E. 2013. Produksi volatile fatty acids dan amonia (NH₃) hijauan pakan kambing secara in vitro. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. 53(9): 1689-1699.
- Hapsari N S, Harjanti D W, Muktiani A. 2018. Fermentabilitas pakan dengan imbuhan ekstrak daun babadotan (*Ageratum conyzoides*) dan jahe (*Zingiber officinale*) pada sapi perah secara in vitro. *Jurnal Agripet*. 18(1): 1-9. https://doi.org/10.17969/agripet.v18i1.9672
- Maharani N, Achmadi J & Mukodiningsih S. 2014. Perkembangan mikroba rumen dari hasil uji biologis pellet complete calf starter pada pedet Friesian Holstein pra sapih. *Jurnal Sains dan Matematika*. 22(2):36-39.
- Mayasari N, Rusmana D, Ramadhan RF, Syifa DA, Maulana RY & Ismiraj MR. 2024. Sosialisasi pemanfaatan herbal sebagai *feed additive* dalam rangka meningkatkan produktivitas dan kesehatan ternak unggas. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*. 13(1):70-77.
- Ma'tan ME, Pinaria AG, Kaligis JB, Watung JF, Paat FJ & Pioh DD. 2022. Morfologi tanaman dan analisis curcumin temulawak kuning (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) di Kelurahan Kinilow. *Jurnal Agroteknologi Terapan*. 3(2): 455-463.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD & Morgan CA. 2010. *Animal Nutrition*. Seventh Edition. Gosport: Ashford Colour Press.
- [NRC] National Research Council. 2001. *Nutrient Requirement of Dairy Cattle*. Ed ke-7. Washington (US): National Academy Press.
- Nurchayanti BT, Hartanto R & Harjanti DW. 2020. Konsumsi serat kasar, pencernaan serat kasar dan produksi lemak susu dengan pemberian tepung temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) pada sapi laktasi. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 9(2):35-43.
- Nurdin E & Susanti H. 2015. Effect of *Curcuma zedoria*, *Curcuma mangga* and *Cuminum cyminum* on rumen ecology and Pb profile in the rumen of mastitis dairy cows (in vitro). *Journal of Biological Sciences*. 18(3): 146-148.
- Nurhayu, Sumiati, Hermana W & Winarsih W. 2024, Pengaruh pemberian beberapa feed additive sebagai pengganti antibiotik terhadap performa ayam broiler. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*. 6(2):144-151. doi : 10.56625/jipho.v6i2.47742.
- Ogimoto K & Imai S. 1981. *Atlas of rumen microbiology*. Tokyo (JP): Societe Press.
- Purbowati E, Rianto E, Dilaga WS, Lestari CMS & Adiwiniarti R. 2014. Karakteristik cairan rumen, jenis, dan jumlah mikroba dalam rumen sapi bali. *Jurnal Buletin Peternakan*. 38(1): 21-26.
- Ramadhani A, Harjanti DW & Muktiani A. 2018. Pengaruh pemberian ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* Linn) dan kunyit (*Curcuma domestica*) terhadap fermentabilitas rumen sapi perah in vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 28(1):73-83.
- Riswandi R, Priyanto L, Imsya A & Nopiyantri M. 2017. Kecernaan in vitro ransum berbasis rumput kumpai (*Hymenachne acutigluma*) fermentasi disuplementasi legum berbeda. *Jurnal Veteriner*. 18(2): 303-311. https://doi.org/10.19087/jveteriner.2017.18.2.303.
- Rochmi SE, Wahjuni RS & Sofyan MS. 2021. Bolus temulawak implementation on beef cattle in Selogabus Village, Parengan, Tuban Regency. *Darmabakti Cendekia*. 3(1):24-28.
- Rosmalia A, Permama IG & Despal D. 2022. Synchronization of rumen degradable protein with non-fiber carbohydrate on microbial protein synthesis and dairy ration digestibility. *Veterinary World*. 15(2):252-261. doi:www.doi.org/10.14202/vetworld.2022.252-261.
- Saha S, Gallo L, Bittante G, Schiavon S, Bergamaschi M, Gianesella M & Fiore E. 2019. Rumination time and yield, composition, lactating holstein cows. *Animals*. 9(2):1-13.
- Sanjorjo RA, Tseten T, Kang MK, Kwon M & Kim SW. 2023. In pursuit of understanding the rumen microbiome. *Fermentation*. 9(2):1-19.
- Soleh & Megantara S. 2019. Karakteristik morfologi tanaman kencur (*Kaempferia galanga* L.) dan aktivitas farmakologi. *Jurnal Farmaka*. 17(2): 256-262.
- Suardin N, Sandiah S & Aka R. 2014. Kecernaan bahan kering dan bahan organik campuran rumput mulato (*Brachiaria hybrid.cv.Mulato*) dengan jenis legume berbeda menggunakan cairan rumen sapi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 1: 16-22.
- Subaryanti, Triadiati, Sulistyaningsih YC & Pradono DI. 2023. Karakteristik aksesi kencur (*Kaempferia galanga* l.) berdasarkan komponen minyak atsiri pada dua lokasi yang berbeda. *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia*. 16(1): 19-29.
- Tawab AMAE, Khattab MSA, Hadhoud FI & Shaaban MM. 2021. Effect of mixture of herbal plants on ruminal fermentation, degradability and gas production. *Acta Scientiarum*. 43(1):1-8. doi:10.4025/actascianimsci.v43i1.48549.
- Tilley JMA & Terry RA. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*. 18(2): 104-111.
- Wahyuni IMD, Muktiani A & Christianto M. 2014. Penentuan dosis tanin dan saponin untuk defaunasi dan peningkatan fermentabilitas pakan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*. 3(1) : 133 - 140.
- Wati NE & Yusuf M. 2020. Pengaruh penambahan tepung temulawak (*Curcuma xanthoriza*) dalam ransum terhadap efisiensi pakan sapi peranakan simmental. *Jurnal Wahan Peternakan*. 4(1):1-5.
- Yahya MZ, Linayati & Furoidah AF. 2022. Penambahan tepung kencur (*Kaempferia galanga* L.) terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan rasio konversi pakan ikan bandeng (*Chanos chanos*). *PENA Akuatika : Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 21(1):1-14.
- Yanuartono, Nururrozi A, Indarjulianto S & Purnamaningsih H. 2019. Peran protozoa pada pencernaan ruminansia dan dampak terhadap lingkungan. *Journal of Tropical Animal Production*. 20(1):16-28.
- Zahera R, Anggraeni D, Rahman Z A & Evvyernie D. 2020. Pengaruh kandungan protein ransum yang berbeda terhadap pencernaan dan fermentabilitas rumen sapi perah secara in vitro. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 18(1): 1-6. https://doi.org/10.29244/jintp.v18i1.31547.
- Zhang Y, Li M, Zhou H, Hu L, Li W & Xu T. 2018. Associative effects of stylo and king grass silage different ratios on in vitro Rumen Fermentation. *Legume research*, 41: 584-588.