



PAPER – OPEN ACCESS

Pengaruh Penambahan Suplementasi Minyak Ikan Lemuru Terproteksi pada Complete Feed Berbasis Limbah Kelapa Sawit terhadap Kecernaan Bahan kering dan Bahan Organik Domba secara in Vitro

Author : Achmad Sadeli, et al
DOI : 10.32734/anr.v7i1.2567
Electronic ISSN : 2654-7023
Print ISSN : 2654-7015

Volume 7 Issue 1 – 2026 TALENTA Conference Series: Agricultura & Natural Resources (ANR)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Pengaruh Penambahan Suplementasi Minyak Ikan Lemuru Terproteksi pada Complete Feed Berbasis Limbah Kelapa Sawit terhadap Kecernaan Bahan kering dan Bahan Organik Domba secara in Vitro

Achmad Sadeli^{1,2}, Hotnida Sinaga^{3*}, Ma'ruf Tafsir², Yunilas²

¹Program Doktorat Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan, 20155, Indonesia

²Prodi Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia

³Prodi Teknologi Pangan Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia

hotnida.sinaga@usu.ac.id

Abstrak

Daging domba merupakan salah satu sumber protein alternatif selain daging sapi untuk pemenuhan kebutuhan daging di Indonesia. Selain itu, peningkatan pendapatan masyarakat serta kesadaran akan pentingnya konsumsi protein dan gaya hidup sehat mendorong permintaan terhadap daging berkualitas premium. Salah satu hasil penelitian telah menemukan Domba yang memiliki kadar kolesterol relatif lebih rendah atau sering disebut domba premium. Berkembangnya areal perkebunan kelapa sawit akan meningkatkan potensi limbah sebagai bahan pakan ternak. Namun, bahan pakan tersebut memiliki keterbatasan penggunaan karena tingginya zat anti nutrisi. Sehingga diperlukannya pengolahan seperti fermentasi dalam pemenuhan nutrisi domba. Selain itu, tingginya kadar lemak dalam beberapa bahan pakan akan meningkatkan kadar kolesterol dalam daging. Parameter yang diuji yaitu pencernaan secara Invitro KcBK, KcBO. Rancangan yang dilakukan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) factorial dengan dengan pola faktorial 2x3. Setiap kombinasi diulang sebanyak 4 kali. Waktu dan tempat penelitian dilaksanakan selama 4 bulan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Pertanian, Laboratorium Produksi Ternak, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data bahwa perlakuan pakan dan proteksi MIL tidak berpengaruh nyata terhadap pencernaan bahan kering, tetapi berpengaruh nyata terhadap pencernaan bahan organik. Rataan terbaik terdapat pada FIP1 berdasarkan KcBK dan KcBO masing masing 32,70% dan 95,80%.

Kata kunci: domba; fermentasi; in vitro; minyak ikan lemuru; sabun kalsium

1. Pendahuluan

Areal perkebunan kelapa sawit yang semakin berkembang menyebabkan meningkatnya limbah yang dihasilkan baik dari perkebunan maupun pabrik pengolahannya [6]. Pelepah kelapa sawit memiliki potensi sebagai pakan basal ternak ruminansia [2]. Akan tetapi, pemanfaatannya terkendala karena adanya zat antinutrisi dan rendahnya kadar protein kasar. Tingginya lignin dan serat akan menurunkan pencernaan pada pelepah sawit [22].

Kebutuhan nutrisi domba belum terpenuhi jika hanya memanfaatkan pelepah sawit maupun rumput. Sehingga pemberian konsentrat dilakukan untuk menyuplai nutrisi tambahan seperti protein, energy (TDN), serta vitamin dan mineral, sehingga pertumbuhan bisa lebih optimal [7]. Hal ini dapat dilakukan dengan pembuatan pakan komplit terfermentasi. Fermentasi merupakan proses modifikasi biokimia yang dilakukan oleh mikroorganisme untuk meningkatkan bioaksesibilitas dan bioavailabilitas zat gizi dan kualitas bahan pakan [11]. Fermentasi menggunakan mikroorganisme efektif dapat meningkatkan kandungan nutrisi pelepah sawit [9]. Pelepah sawit terfermentasi dengan MOL pada level 45% dapat menjadi pengganti rumput lapang.

Daging domba memiliki kadar kolesterol sebesar 100,7 mg/dl [21]. Lemak jenuh (lemak jahat) meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan penyakit kronis lainnya, sedangkan lemak tak jenuh (lemak baik) dapat meningkatkan kadar kolesterol dalam darah, mengurangi peradangan, menstabilkan irama jantung dan memiliki banyak efek bermanfaat lainnya.

Suplementasi minyak ikan lemuru (MIL) memiliki efek penurunan kadar kolesterol karena mengandung sebagian besar asam lemak omega-3 [23]. Minyak ini kaya akan asam lemak tidak jenuh, atau yang dikenal dengan istilah polyunsaturated fatty acids

(PUFA), seperti omega-3 (n-3), eicosapentaenoic acid (C20:5 n-3, EPA) dan docosahexaenoic acid (C22:6 n-3; DHA) [8]. Akan tetapi, penggunaan minyak ikan lemuru secara langsung pada bahan pakan akan menghambat aktivitas mikroba dalam proses fermentasi bahan pakan akan menghambat aktivitas mikroba dalam proses fermentasi bahan pakan di dalam rumen [14]. Sehingga perlunya proteksi pada minyak ikan lemuru. Proteksi minyak ikan lemuru dilakukan dengan metode penyabunan menggunakan alkali [14]. Penggunaan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dapat menurunkan kadar lemak kasar pada minyak ikan lemuru yang terproteksi Ca. Minyak ikan lemuru terproteksi tidak mengganggu fermentasi rumen dalam rumen [15]. Sehingga perlu dilakukan perbandingan antara alkali pada metode penyabunan minyak ikan lemuru dalam pakan komplit fermentasi berbasis limbah sawit secara *In Vitro*.

2. Materi dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah kelapa sawit, bungkil inti sawit, lumpur sawit, dedak, minyak ikan lemuru, CaCl_2 , NaOH, KOH, Aquades, urea, molasses, premix, air bersih, larutan McDougall's, cairan rumen, gas CO_2 , HgCl_2 , Na_2CO_3 , larutan pepsin, sampel pakan yang telah digiling 1 gram, katalis selen, H_2SO_4 , H_3BO_3 , Brom Cresol Green-Methyl Red, phenolphthalein, heksan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung fermentor, blanko, sumbat karet berselang, penangas air, sentrifuge, kertas whatman no. 41, cawan, oven, tanur, gelas ukur, *chopper*, terpal, plastik, aluminium foil, alat destruksi, destilasi, titrasi dan labu kjeldahl, gelas piala, corong buchner, kertas saring, cawan porselen, oven, tanur dan, labu penyari, alat soxlet, eksikator.

Penelitian ini merupakan penelitian yang menguji perlakuan minyak ikan lemuru dan pengolahan pakan terbaik secara *In Vitro*. Hasil yang didapat menjadi pakan dengan perlakuan terbaik untuk domba. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan juli sampai bulan september 2025 di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan dan Laboratorium Produksi Ternak. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial 2×3 . Setiap kombinasi diulang sebanyak 4 kali. Dengan perlakuan factor A (pengolahan complete feed limbah kelapa sawit) yaitu F0 (Tanpa Fermentasi); F1 (Fermentasi), dan Faktor B (minyak ikan lemuru) yaitu P0 (tanpa proteksi); P1 (Proteksi Ca-soap dengan NaOH); P2 (Proteksi Ca-soap dengan KOH). Pada pelaksanaan penelitian ini meliputi tahap persiapan *complete feed* fermentasi, pembuatan sabun kalsium, pengujian pakan secara *in vitro*. Cairan rumen yang digunakan berasal dari domba.

Pakan yang digunakan pada penelitian ini mencakup 40% pelepah kelapa sawit, 21% lumpur sawit, 24% bungkil inti sawit, 3% minyak ikan lemuru, 5% dedak, 2% urea, 4% molasses, 1% premix. Fermentasi dilakukan dengan mencacah pelepah kelapa sawit menggunakan *chopper* sampai 2-5 cm. Kemudian angin-anginkan dan campur bahan pakan sesuai formulasi kecuali MIL, dan premix. Fermentasi menggunakan EM4 dengan molasses sebanyak 1 : 1. Sebanyak 50 ml dari campuran EM4 dan molasses dilarutkan ke 5 liter air bersih dan dibiarkan 20 menit. Penggunaan ini untuk 50 kg pakan. Semua bahan pakan yang telah dicampur diletakkan di atas terpal atau plastik dan diberi EM4 yang dilarutkan. Lalu diaduk rata dan dimasukkan ke dalam drum atau plastik sampai keadaan anaerob. Proses fermentasi membutuhkan waktu, kurang lebih 14 hari. Pemberian suplementasi MIL terproteksi dilakukan setelah fermentasi sesuai dengan formulasi ransum. Untuk pencernaan *In Vitro* menggunakan protektan MIL yang berbeda. Akan tetapi, setelah mendapat protektan yang terbaik, maka MIL dengan protektan tersebut yang nantinya diberikan pada domba. Saponifikasi dapat dilakukan menggunakan 33,6g KOH dengan 65,601 g CaCl_2 untuk 300 g minyak ikan lemuru [18] dan 1000 g minyak membutuhkan 70,8 g NaOH dan 196,47 g CaCl_2 [1]. Pertama-tama melakukan saponifikasi KOH/NaOH dan CaCl_2 , kemudian KOH/NaOH ditransformasi menjadi garam Ca menggunakan CaCl_2 . Minyak ikan lemuru dimasukkan ke dalam gelas ukur, kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 90°C . KOH/NaOH dan CaCl_2 dilarutkan dengan aquades, kemudian dimasukkan ke dalam minyak ikan lemuru yang tengah dipanaskan, sambil diaduk selama 10 menit hingga terbentuk sabun. Larutan CaCl_2 tersebut ditambahkan sambil dipanaskan dalam penangas air 90°C dan diaduk hingga terbentuk endapan garam Ca.

Penelitian ini menggunakan metode [24] pada pencernaan secara *In-Vitro*. Persiapan sampel pakan lengkap yang telah digiling ditimbang seberat 1 gram lalu dimasukkan ke dalam tabung fermentor. Kemudian, campuran larutan McDougall's dan cairan rumen dengan perbandingan 4:1 ke dalam gelas kimia dan campurkan dengan gas CO_2 . Kemudian, larutan campuran tersebut dimasukkan ke dalam tabung fermentor, dan blanko dibuat tanpa menambahkan sampel pakan ke dalam tabung fermentor. Kemudian, tabung fermentor ditutup dengan menggunakan sumbat karet berselang dan dimasukkan ke dalam penangas air yang telah diisi air. Inkubasi pertama dilakukan selama 48 jam dengan pengocokan pada kecepatan 80 rpm dan suhu 39°C dalam kondisi tertutup. Setelah 48 jam, sampel dibuang, diukur pH-nya, dan beberapa bagian supernatan dipisahkan untuk perhitungan mikroba, diikuti dengan penambahan 1 ml HgCl_2 5% dan 2 ml Na_2CO_3 1 N pada setiap sampel dan blanko. Sampel disentrifugasi pada kecepatan 2.500 rpm selama 15 menit, kemudian zat terlarut dibuang, dan 40 ml larutan pepsin 0,20% ditambahkan ke dalam tabung fermentor. Sampel diinkubasi lagi selama 48 jam. Sampel dikeluarkan dan disentrifugasi dengan pengaturan yang sama, kemudian zat terlarut dibuang, dan residu dibilas dengan aquades lalu disentrifugasi lagi. Sampel disaring menggunakan kertas

Whatman no. 41, kemudian sampel dipindahkan ke dalam cawan dan dioven selama 24 jam pada suhu 105°C. Sampel yang telah dioven kemudian dibakar di dalam tanur pada suhu 600°C selama 6-8 jam hingga terbentuk abu.

$$\%KcBK = \frac{BK \text{ sampel} - (BK \text{ residu} - BK \text{ blanko})}{BK \text{ sampel}} \times 100\%$$

$$\%KcBO = \frac{BO \text{ sampel} - (BO \text{ residu} - BO \text{ blanko})}{BO \text{ sampel}} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kecernaan Bahan Kering (KcBK)

Tidak terdapat pengaruh interaksi antara pengolahan pakan (fermentasi) dengan minyak ikan lemuru berbeda terhadap kecernaan bahan kering secara *in vitro* pada domba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan nyata antara pakan yang tidak difermentasi dengan yang difermentasi. Tidak adanya perbedaan antar perlakuan minyak ikan lemuru terhadap kecernaan bahan kering. Rataan dapat dilihat pada Tabel 3.

Kecernaan BK tertinggi pada penelitian ini terdapat pada pakan yang telah di fermentasi (33,47%), dibandingkan dengan tanpa fermentasi (30,78%). Sejalan dengan [4] hasil kecernaan pelepah sawit tanpa lidi dan penambahan molasses 5% mencapai 31,14%. Namun penelitian ini lebih tinggi dibandingkan [16] pada sapi bali yang diberi 40% pelepah sawit fermentasi menggunakan EM4 yaitu 18,89%. Sejalan dengan [12] dalam penelitiannya terjadi peningkatan kecernaan bahan kering pada pakan yang di fermentasi menggunakan EM4. Kecernaan bahan kering pakan komplit yang difermentasi dengan EM 4 menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan kecernaan bahan kering pelepah sawit saja [3] yaitu masing- masing 33,47% dengan 30,99%.

Proteksi minyak ikan pada ransum tidak mengganggu proses kecernaan pada domba yang dapat dilihat pada rata-rata P1 dan P2 lebih tinggi dibandingkan P0. Hal ini sejalan dengan [10] tujuan penggunaan sabun kalsium asam lemak yaitu agar PUFA tidak mengganggu fermentasi dalam rumen dan tidak bersifat toksik pada bakteri rumen. Proteksi MIL pada P1 (MIL Ca-soap dengan NaOH) memiliki rata-rata tertinggi 32,50%. Namun terlihat bahwa F1P2 memiliki kecernaan tertinggi mencapai 35,24%. Hal ini dapat terjadi karena sabun yang terbentuk dari K⁺ lebih lunak dan mudah larut dalam air, sehingga terjadi biohidrogenasi pada rumen. Kadar air sangat mempengaruhi tekstur dan kualitas sabun yang dihasilkan, semakin tinggi persentase kadar air maka sabun yang dihasilkan akan lebih lunak dan mudah larut di dalam air [5]. Larutan alkali yang digunakan pada sabun keras adalah natrium hidroksida (NaOH), sedangkan alkali yang digunakan pada sabun lunak adalah kalium hidroksida (KOH) [17].

Tabel 1. Kecernaan bahan kering

Faktor A	Faktor B			Rataan±SD
	P0 (MIL tanpa Proteksi)	P1 (MIL Ca-soap dengan NaOH)	P2 (MIL Ca-soap dengan KOH)	
F0	31,07±6,85	32,31±1,68	28,96±0,44	30,78±3,96
F1	32,47±6,03	32,70±3,71	35,24±7,29	33,47±5,47
Rataan±SD	31,77±6,02	32,50±2,67	32,09±5,84	

Keterangan : Tidak adanya perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)

3.2 Kecernaan Bahan Organik (KcBO)

Kecernaan bahan organik adalah banyaknya nutrisi yang terkandung dalam suatu bahan pakan seperti karbohidrat, protein, lemak dan vitamin yang dapat dicerna oleh tubuh ternak [20]. Kecernaan bahan organik adalah kecernaan nutrisi pada bahan kering yang tidak melibatkan kadar abu. Rataan kecernaan bahan organik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tidak terlihat perbedaan nyata cara pengolahan pakan komplit terhadap kecernaan bahan organik domba secara *In vitro* di rumen. Tetapi adanya perbedaan dalam interaksi pada dua faktor yang dipengaruhi oleh alkali yang digunakan. Berdasarkan hasil sidik ragam, proteksi MIL berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kecernaan bahan organik. Berdasarkan rata-rata, nilai KcBO mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena proteksi pada MIL mengakibatkan penurunan kecernaan di rumen. Penyabunan mengakibatkan molekul sabun terlindungi dari air [13]. Berdasarkan interaksi yang terlihat pada Tabel. perlakuan P0, P1, P2 pada F1 tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap KcBO.

Nilai kecernaan bahan organik lebih tinggi dibandingkan nilai kecernaan bahan kering disebabkan dalam kecernaan bahan kering masih mengandung abu dan pada kecernaan bahan organik sudah tidak mengandung abu [19]. Hasil analisis KcBO mencapai 95,22% - 96,28% dapat disebabkan oleh kandungan bahan organik pada pakan yang tinggi. Berdasarkan analisa yang dilakukan BO sampel mencapai 86-93% dari BK. Abu dalam bahan kering berdampak terhadap lambatnya daya cerna bahan kering pakan, sehingga bahan organik tanpa kandungan abu lebih mudah dicerna oleh mikroba rumen [19]. Penurunan kecernaan

bahan organik pada F1 dapat disebabkan karena sudah terpecahnya senyawa kompleks organik pada saat fermentasi pakan atau sudah adanya degradasi pakan oleh mikroba itu sendiri. Fermentasi merupakan suatu cara pengolahan secara aerob maupun anaerob dengan memanfaatkan peran mikroorganisme untuk menguraikan senyawa kompleks menjadi sederhana (Christi et al., 2018).

Tabel 2. Kecernaan Bahan Organik

Faktor A	Faktor B			Rataan $\pm$ SD
	P0 (MIL tanpa Proteksi)	P1 (MIL Ca-soap dengan NaOH)	P2 (MIL Ca-soap dengan KOH)	
F0	96,28 $\pm$ 0,57	95,49 $\pm$ 0,31	95,22 $\pm$ 0,27	95.66 $\pm$ 0,58
F1	95,31 $\pm$ 0,18	95,80 $\pm$ 0,27	95,30 $\pm$ 0,23	95.47 $\pm$ 0,33
Rataan $\pm$ SD	95,80 ^a $\pm$ 0,67	95,65 ^{ab} $\pm$ 0,27	95,26 ^b $\pm$ 0,30	

Keterangan: Superskrip menunjukkan ada perbedaan nyata ($P < 0,05$).

4. Kesimpulan

Pengolahan pakan dengan fermentasi dan penambahan minyak ikan lemuru terproteksi dengan NaOH menjadi perlakuan terbaik berdasarkan kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan organik secara in vitro.

Referensi

- [1] Abqoriyah, Widyawati, S. D., & Lutojo. (2013). Penggunaan Minyak Ikan Lemuru (*Sardinella Longiceps*) Dan Minyak Kelapa Sawit Diproteksi Dalam Ransum Domba Lokal Jantan Terhadap Daya Guna Pakan Serat. *Zoo Indonesia*, 22 (2), 39–46.
- [2] Ardiansyah, M., Malesi, L., & Bain, A. (2023). Karakteristik Fisiko Kimia Pelelepah dan Daun Kelapa Sawit yang Diamoniasi dengan Larutan Urea-Molases Level Berbeda. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 5(2), 125.
- [3] Astuti, T., & Yelni, G. (2015). Evaluasi kecernaan nutrient pelepah sawit yang difermentasi dengan berbagai sumber mikroorganisme sebagai bahan pakan ternak ruminansia. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 10(2), 101-106.
- [4] Br Peranginangin, M. (2020). Kualitas Nutrien dan Kecernaan In Vitro Silase Pelelepah Kelapa Sawit dengan dan Tanpa Lidi. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [5] Fanani, Z., Panagan, A. T., & Apriyani, N. (2020). Uji kualitas sabun padat transparan dari minyak kelapa dan minyak kelapa sawit dengan antioksidan ekstrak likopen buah tomat. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(3), 108-118.
- [6] Fatmayati, F., & Veronika, N. (2022). Pemanfaatan Daun Pelelepah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Alternatif Pakan Hijauan Ternak. In *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan* (Vol. 5, Issue 2).
- [7] Hasan, M. R. A., Yani, A., & Rahayu, S. (2022). Model Evaluasi Penerapan Aspek Pakan dan Air Minum dalam Good Farming Practice Peternakan Domba di UP3J Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10 (3), 119–125.
- [8] Hasyaftalam, R., Putri, N. N., Nawawi, M. R., Budiman, A., Tanuwirya, U. H., & Hernaman, I. (2021). Kajian In Vitro Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum Domba Yang Disuplementasi Dengan Mikroenkapsulasi Minyak Ikan. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, 22(2), 90–96. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2021.022.02.2>
- [9] Haq, M., Fitra, S., Madusari, S., & Yama, D. I. (2018). Potensi kandungan nutrisi pakan berbasis limbah pelepah kelapa sawit dengan teknik fermentasi. *Prosiding Semnastek*.
- [10] Jenkins, T. C., & Palmquist, D. L. (1984). Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. *Journal of dairy science*, 67(5), 978-986.
- [11] Kusmiati, R., Syaputri, Y., Abun, & Safitri, R. (2024). Pretreatment and fermentation of lignocellulose from oil palm fronds as a potential source of fibre for ruminant feed: a review. In *Journal of Sustainable Agriculture and Environment* (Vol. 3, Issue 3). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/sae2.70003>.
- [12] Nugroho, A. D., Muhtarudin, M., Erwanto, E., & Fathul, F. (2020). Pengaruh perlakuan fermentasi dan amoniasi kulit singkong terhadap nilai kecernaan bahan kering dan bahan organik ransum pada domba jantan. *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 4(2), 119-125.
- [13] Pramono, A., Kustono, K., Widayati, D. T., Putro, P. P., Handayanta, E., & Hartadi, H. (2013). Evaluasi proteksi sabun kalsium sebagai pakan suplemen berdasarkan kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organik dan pH in vitro di dalam rumen dan pasca rumen. *Sains Peternakan: Jurnal Penelitian Ilmu Peternakan*, 11(2), 70–78.
- [14] Pramono, A., Kustono, Widayati, D. T., Putro, P. P., & Hartadi, H. (2016). Evaluasi pakan suplemen minyak ikan lemuru dan hidrolisat darah terproteksi berdasarkan kecernaan bahan kering dan kecernaan bahan organik di dalam rumen dan pasca rumen. *Sains Peternakan: Jurnal Penelitian Ilmu Peternakan*, 14(1), 36–42.

- [15] Pramono, A., Widayati, D. T., & Handayanta, E. (2018). The effect of protected sardine fish oil as feed supplement on ruminal fermentation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 142(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/142/1/012024>.
- [16] Purwanta, P., Syaefullah, B. L., Widayati, O., & Pardosi, H. F. (2025). Kecernaan dan Produksi Gas In Vitro Silase Pelepah Kelapa Sawit dengan Penambahan Inokulan Bakteri. *Jurnal Triton*, 16(2), 413-423.
- [17] Purwanti, A., & Ariani, L. (2017). *Pembuatan Sabun Transparan dari Minyak Kelapa Dengan Penambahan Antiseptik. Teknik Kimia*, 210-216.
- [18] Purwati, C. S. (2016). Proteksi Minyak Ikan Lemuru, Minyak Kelapa Sawit, Dan Bungkil Sawit Terhadap Ph Dan Nh₃ dalam Rumen Sapi Peranakan Ongole. *Buletin Peternakan*, 40 (1), 21-25.
- [19] Putra, G. Y., & Sudarwati, H. (2019). Mashudi. Effect of addition banana peel (*Musa Paradisiaca* L.) fermentation in a complete feed on the nutrient contents and digestibility by in vitro. *J Nutr Tern Trop*, 2(1), 42-52.
- [20] Rahmawati, P. D., Pangestu, E., Nuswatara, L. K., & Christiyanto, M. (2021). Kecernaan bahan kering, bahan organik, lemak kasar dan nilai total digestible nutrient hijauan pakan kambing. *Jurnal Agripet*, 21(1).
- [21] Riemas, G. A., Hernaman, I., Ramdani, D., & Nurhadi, B. (2021). Dampak Pemberian Mikroenkapsulasi Minyak Ikan dalam Pakan terhadap Kolesterol Darah dan Performa pada Domba. *Jurnal Agripet*, 21(1). <https://doi.org/10.17969/agripet.v21i1.16627>
- [22] Rohmat, Nazla, N. B. (2024). Pengaruh Berbagai Jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) Terhadap Kecernaan Fraksi Serat dan Degradasi Bahan Kering Pelepah Sawit Terfermentasi. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Dan Ilmu Pakan*, 6(3), 127-136.
- [23] Setiawan, M. A., Ali, U., & Kalsum, U. (2025). Kadar Protein Dan Kolesterol Telur Ayam Yang Menggunakan Pakan Minyak Ikan Lemuru Dan Minuman Jus Daun Afrika (Vol. 8, Issue 1).
- [24] Tilley, J. M. A., & Terry, dan R. A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*, 18(2), 104-111.