JURNAL ILMIAH INOVASI

Vol. 25, No. 3, Des 2025
E-ISSN : 2527-6220 | P-ISSN : 1411-5549
DOI : 10.25047/jii.v25i3.6610

Respon Fisiologis Domba Akibat Pemberian Pakan Dengan Imbangan RDP (*Rumen Degradable Protein*) dan NFC (*Non Fibrous Carbohydrate*) yang Berbeda

Physiological Response of Lambs Fed Different RDP (Rumen Degradable Protein) and NFC (Non Fibrous Carbohydrate) Ratio in Diets

Etty Nuri Hendrarti*[1,2], Joelal Achmadi[1], Agung Purnomoadi[1], Saraceen Erla Pratama[1], Mukh Arifin[1], Retno Adiwinarti[1]
[1] Jurusan Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah
[2] Jurusan Peternakan, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang, Magelang, Jawa Tengah
* ettynurieha@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh rasio *Rumen Degradated Protein* (RDP) dan *Non Fibrous Carbohydrate* (NFC) pada pakan terhadap respon fisiologis domba. Sebanyak 20 domba ekor tipis jantan, berumur 5-6 bulan dengan bobot badan 17,18 ± 1,26 kg (CV=7,34%) dirancang dalam Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan pakan yang berbeda imbangan RDP dan NFC dan 5 ulangan. Perlakuan yang diterapkan meliputi T1 (pakan komplit dengan rasio RDP/NFC = 0,32), T2 (pakan komplit dengan rasio RDP/NFC = 0,29), T3 (pakan komplit dengan rasio RDP/NFC = 0,26), dan T4 (pakan komplit dengan rasio RDP/NFC = 0,23). Data suhu rektal, denyut jantung, dan laju respirasi diambil 3 kali, pada minggu ke 1, 4 dan 7. Data tersebut dianalisis menggunakan analisis ragam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pakan berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap laju respirasi ternak domba, tetapi tidak berpengaruh nyata (P>0,05) terhadap suhu rektal dan denyut jantung domba. Rata-rata suhu rektal dan denyut jantung sebesar 39,21℃ dan 74,67 kali per menit, sedangkan laju respirasi pada T2 tercatat sebesar 54,17 kali tiap menit, lebih tinggi (P<0,05) dibandingkan perlakuan lain. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perbedaan rasio RDP dan NFC dalam pakan pada besaran 0,23 sampai dengan 0,32 masih dapat ditoleransi oleh DET melalui mekanisme termoregulasi.

Kata kunci — Rumen Degradable Protein, Non Fibrous Carbohydrate, respon fisiologis

ABSTRACT

This study investigated the impact of the Rumen Degradable Protein (RDP) to NonFibrous Carbohydrate (NFC) ratio in Diets on the physiological responses of lambs. A total of 20 thin-tailed lambs, 5 to 6 months ages, 17.18 ± 1.26 kg (CV = 7.34%), were arranged in a Completely Randomized Design featuring four feed treatments of RDP and NFC ratio, with five replications. The treatments implemented were T1 (RDP/NFC ratio of 0.32), T2 (RDP/NFC ratio of 0.29), T3 (RDP/NFC ratio of 0.26), and T4 (RDP/NFC ratio of 0.23). Rectal temperature, heart rate, and respiration rate were measured at weeks 1, 4, and 7. Analysis of variance was employed to analyze the data. Feed treatment significantly affected the respiration rate of sheep (P<0.05), while it did not significantly impact rectal temperature and heart rate (P>0.05). The average rectal temperature and heart rate were 39.21℃ and 74.67 beats per minute, respectively, while the respiration rate of T2 lamb was recorded at 54.17 breaths per minute, significantly higher (P<0.05) than other treatments. This study indicate that a ratio of RDP to NFC in feed ranging from 0.23 to 0.32 is tolerable by lamb via the thermoregulation mechanism.

Keywords — *Rumen Degradable Protein, Non Fibrous Carbohydrate, Physiological Response*

OPEN ACCESS
© 2025. Etty Nuri Hendrarti, Joelal Achmadi, Agung Purnomoadi, Saraceen Erla Pratama, Mukh Arifin, Retno Adiwinarti
Creative Commons
Attribution 4.0 International License

1. Pendahuluan

Produktivitas ternak merupakan indikator kinerja yang penting dalam produksi ternak, termasuk ketersediaan pakan secara berkelanjutan dalam jumlah cukup dan kualitas pakan yang baik. Faktor yang mempengaruhi produktivitas ternak yaitu faktor lingkungan sebesar 70% dan faktor genetik sebesar 30% [1]

Pakan merupakan faktor lingkungan yang sangat besar pengaruhnya terhadap produktivitas ternak. Ketersediaan pakan secara berkelanjutan dan formula pakan yang sesuai dengan kebutuhan ternak dapat meningkatkan produktivitas ternak. Pemanfaatan bahan pakan lokal dengan mempertimbangkan karakteristik nutrien yang dikandungnya menjadi salah satu cara untuk menjaga pakan ternak tetap lestari sekaligus meningkatkan produktivitas ternak [2].

Pemberian pakan sesuai kebutuhannya, baik dalam jumlah maupun kualitas menjadi sangat penting. Protein dan energi adalah dua hal penting yang harus diperhatikan dalam formulasi pakan ternak ruminansia. Kebutuhan protein dan energi yang kurang terpenuhi akan menurunkan pertumbuhan dan produktivitas ternak. Sebaliknya, konsumsi protein yang berlebih akan terbuang dan menjadi sumber pencemaran lingkungan yaitu meningkatkan amonia dan nitrat dalam tanah dan air [3]. Energi pakan yang berlebih akan terbuang sebagai *heat increment* yang dapat mengganggu proses homeostasis atau termoregulasi pada ternak. Hal ini tidak hanya mengarah pada pemborosan sumber daya, tetapi juga mengurangi efisiensi produksi [4].

Yang *et al.* [5] menyatakan bahwa perbaikan efisiensi pemanfaatan nutrien pakan dapat meningkatkan performa ternak dan mengurangi ekskresi nutrien ke lingkungan. Keseimbangan metabolisme karbohidrat dan nitrogen dalam tubuh ternak ruminansia menjadi penting pada pemanfaatan nutrien pakan yang effisien. Formulasi pakan dengan kandungan protein dan energi yang seimbang adalah salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrien pakan.

Pada ternak ruminansia, nutrien pakan pertama dimanfaatkan oleh mikroorganisme rumen dilanjutkan pasca rumen oleh ternak inangnya. Pemenuhan nutrien pakan ruminansia berarti pemenuhan nutrien untuk proses fermentasi rumen dan kebutuhan pasca rumen. Fermentasi rumen menghasilkan produk yang sangat besar kontribusinya untuk ternak inang. Protein mikroba adalah sumber protein ternak inang yang mempunyai nilai hayati tinggi. Kontribusi protein mikroba rumen sangat penting, dapat menyumbang 70-100 persen dari total protein yang tersedia bagi ternak [6].

Efisiensi sintesis protein mikroba dipengaruhi oleh imbangan Rumen Degradable Protein dan karbohidrat mudah terfermentasi. Rumen Degradable Protein adalah fraksi protein sebagi sumber N untuk sintesis protein mikroba dengan kerangka karbon dari karbohidrat mudah terfermentasi. Kecukupan RDP dalam pakan ruminansia penting untuk memastikan ketersediaan NH3 untuk proliferasi dan aktivitas mikroba rumen berjalan baik [7].

Non-Fibrous Carbohydrate (NFC) adalah fraksi karbohidrat yang mudah terfermentasi. Selain sebagai sumber rantai karbon untuk sintesis protein mikroba, NFC juga sebagai sumber energi untuk terjadinya fermentasi dalam rumen. Bersama dengan neutral detergen fiber (NDF) pakan, NFC akan difermentasi mikroba rumen menjadi asam lemak terbang [8] yang merupakan kontributor energi terbesar pada ternak ruminansia. Sebagai fraksi sumber energi pakan, kandungan NFC dan NDF (neutral detergent fiber) penting diperhatikan dalam formulasi pakan ternak ruminansia karena kandungan energi dalam pakan juga berperan dalam pengaturan *heat load*. Peningkatan metabolisme energi karena

energi pakan yang terlalu tinggi dapat menghasilkan anas pemicu stres [9].

Kualitas pakan yang tidak sesuai menjadi faktor penyebab gangguan dalam metabolisme tubuh domba yang pada akhirnya akan mempengaruhi respon fisiologis ternak. Korelasi ini yang menjadi dasar pentingnya evaluasi respon fisiologis dalam percobaan pakan. Respon fisiologis ternak, seperti laju pernapasan, denyut jantung, dan suhu tubuh ternak dapat menjadi indikasi terjadi tidaknya stress pada domba [10]. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh imbangan RDP dan NFC yang berbeda dalam pakan terhadap respon fisiologis domba melalui indikator denyut jantung, laju respirasi dan suhu rektal.

2. Metodology

Sebanyak 20 ekor domba ekor tipis jantan dengan kisaran umur 5-6 bulan dan bobot badan 17,18±1,26 kg (CV=7,34%) digunakan dalam penelitian ini. Pakan percobaan mengandung 14% protein kasar (PK) dan 66 *% total digestible nutrients* (TDN) yang dihitung mengikuti rumus Sutardi[11]. Data RDP merupakan hasil pengujian secara in vitro mengikuti prosedur Tilley and Terry[12]. Non fibrous carbohydrate dihitung menggunakan rumus Detman and Filho [13] dengan nilai *neutral digestible nutrient*s (NDF) terkoreksi kandungan abu dan protein. Pakan diberikan ke secara pada domba berupa *complete feed* berbentuk pellet dengan komposisi bahan pakan lokal penyusunnya disajikan dalam Tabel 1. Pakan komplit dicobakan pada 20 domba ekor tipis berjenis kelamin beumur 5 – 6 bulan.

Tabel 1. Komposisi Bahan Pakan Penyusun Pakan Percobaan dalam 100% BK

Bahan Pakan	Perlakuan			
	T1	T2	T3	T4
Komposisi	----------(%)----------			
Bekatul	5,25	2,70	10,10	12,85
Kulit singkong	11,15	15,00	16,00	16,10
Bungkil Kelapa	17,33	14,00	6,40	1,40
Tepung Daun Kaliandra merah *(Calliandra calothyrsus)*	4,37	11,60	14,25	26,15
Tepung Daun gamal *(Gliricidia sepium)*	21,00	11,70	12,10	6,20
Kangkung kering	21,00	19,50	8,17	2,00
Kulit kopi	3,70	4,80	13,00	16,10
Ampas tahu	12,50	17,00	16,25	15,50

Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan pakan yang berbeda imbangan RDP dan NFC dengan 5 kali ulangan. Perlakuan yang diterapkan meliputi T1 (rasio RDP/NFC = 0,32 yaitu 10,35%:32,70%BK); T2 (rasio RDP/NFC = 0,29 yaitu 9,89%:34,49% BK), T3 (rasio RDP/NFC = 0,26 yaitu 9,61%:37,45% BK); dan T4 (rasio RDP/NFC = 0,23 yaitu 9,36%:39,78%BK). Unit percobaan yang digunakan Adalah domba ekor tipis (DET) muda umur 5-6 bulan dengan bobot badan

Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap yaitu persiapan (3 minggu), pendahuluan (1 minggu) dan perlakuan (8 minggu). Pengambilan data respon fisiologis dilakukan pada minggu ke-1, 4, dan 7. Data fisiologis ternak meliputi suhu rektal, denyut jantung, dan laju respirasi yang diukur pada pagi hari pukul 08.00 WIB dan siang hari pukul 14.00 WIB. [14]. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi suhu rektal, denyut jantung dan laju respirasi. Pengukuran suhu rektal, denyut jantung, dan laju respirasi dilakukan mengikuti pedoman [15].

Data dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Jika terdapat pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

3. Pembahasan

Selama periode penelitian berjalan Rerata suhu dan kelembaban udara di lokasi penelitian berada pada 29,36℃ dan 67,49%. Suhu dan kelembaban udara tersebut berada pada daerah *Thermoneutral Zone* (TNZ) untuk ternak domba [16].

Temuan di atas dikonfirmasi oleh data respon homeostasis ternak penelitian dalam menjaga suhu tubuh tetap pada suhu normal. Rerata suhu rektal pada ternak domba berkisar 39,21℃ yang menunjukkan bahwa secara umum ternak domba ekor tipis mampu menjaga homeostasis (suhu tubuh) walaupun diberi pakan dengan imbangan RDP dan NFC yang berbeda (0,23 sampai dengan 0,32)

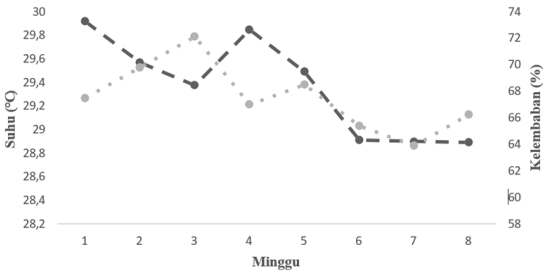
3.1. Suhu dan Kelembaban di Dalam Kandang dan di Lingkungan Penelitian.

Nilai rataan dan fluktuasi variabel suhu dan kelembaban udara di dalam kandang selama penelitian berlangsung ditemukan masih berada pada kisaran zona nyaman bagi ternak domba ekor tipis yang diteliti, sehingga ternak dapat beradaptasi dengan mudah melalui mekanisme termoregulasi. Ternak domba yang berada pada lingkungan dengan suhu 29,36℃ dan kelembaban 67,49% (Tabel 2) akan mengalami perpindahan panas dari tubuh ke lingkungan, karena suhu tubuh ternak lebih tinggi dari pada suhu lingkungan [17].

Lingkungan dengan suhu dan kelembaban seperti di atas memiliki nilai THI (Temperature- Humidity Index) sebesar 70 U (units), ternak domba yang berada pada daerah dengan THI (Temperature-Humidity Index) tersebut merasa nyaman [18]. Dengan demikian, selama penelitian berlangsung ternak dapat dengan mudah membuang kelebihan panas tubuh yang disebabkan oleh heat increment atau panas metabolisme tubuh.

Tabel 2. Rerata Suhu dan Kelembaban Udara di Dalam Kandang Selama Penelitian

Waktu	Suhu Rerata (℃)	Kelembaban Rerata(%)
Pagi	27,53 ± 0,95	74,43 ± 2,87
Siang	31,20 ± 0,74	61,54 ± 5,59
Rataan	29,36 ± 0,58	67,49 ± 3,49



Ilustrasi 1. Fluktuasi Suhu dan Kelembaban Udara Mingguan di Dalam Kandang Selama Periode Penelitian

Rerata suhu dan kelembaban udara mingguan di dalam kandang selama periode penelitian tercatat berfluktuasi (Ilustrasi 1), tetapi masih berada pada kisaran *Thermoneutral Zone* (TNZ) untuk ternak domba, yaitu berkisar 22-31℃ [16] karena suhu dan kelembaban tertinggi maupun terendah tidak pernah berada di luar zona termonetral.

Suhu tertinggi yang ditemukan pada minggu ke-1 dan kelembaban tertinggi pada minggu ke-3 masih berada di atas batas kritis suhu maksimum [19]. Suhu dan kelembaban tertinggi teridentifikasi berada di luar zona nyaman, tetapi masih berada pada zona termonetral. Secara teori ternak yang berada pada suhu dan kelembaban tersebut di atas akan menurunkan laju metabolisme dan perubahan tingkah laku ternak untuk memfasilitasi adanya perpindahan panas pada tubuh ternak melalui proses konveksi [20].

Sementara itu, suhu terendah ditemukan pada minggu ke-8 dan kelembaban terendah pada minggu ke-7 masih berada pada zona nyaman. Pada zona

tersebut, ternak dapat mempertahankan suhu tubuh tanpa melibatkan mekanisme metabolisme dan pencernaan [21]. Dengan demikian suhu dan kelembaban udara di dalam kandang selama periode penelitian masih berada pada zona termonetral yaitu berkisar 22-31℃, sehingga domba masih dapat mengendalikan suhu tubuh melalui mekanisme termoregulasi

Suhu dan kelembaban udara selama periode penelitian yaitu 29,36±0,58 ℃ dan 67,49±3,49%, atau dengan nilai THI (Temperature-Humidity Index) sebesar 70 Unit yang dikategorikan nyaman bagi ternak domba. Berdasarkan kondisi di atas, secara fisiologis ternak domba dapat menjalankan fungsi fisiologis secara optimal tanpa mengalami stress panas [18].

Pola adaptasi yang baik pada kondisi lingkungan dapat membuat ternak domba menghasilkan proses produksi yang maksimal. Ternak domba yang berada pada kondisi lingkungan seperti di atas masih mampu menjaga suhu tubuh melalui mekanisme pembuangan muatan panas tubuh secara minimal [22].

Panas tubuh pada ternak domba secara teoritis berasal dari lingkungan dan heat increment [19], muatan panas tubuh tersebut pada zona nyaman (THI 70 Unit) akan dibuang melalui mekanisme konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi [23]. Berdasarkan data di atas maka muatan panas tubuh pada ternak domba selama periode penelitian yang berasal dari lingkungan relatif kecil dan dapat diabaikan, karena ternak dapat membuang panas tubuh tersebut melalui mekanisme homeostasis.

3.2. Respon Fisiologis

Ternak domba yang diberi pakan dengan imbangan RDP dan NFC berbeda masih dapat mempertahankan suhu tubuh dengan baik. Suhu rektal pada ternak domba tersebut dapat dipertahankan pada 39,21℃, upaya mempertahankan suhu tubuh tersebut tidak dilakukan melalui perbedaan denyut nadi (P>0,05), namun demikian terdeteksi ada perubahan pada laju respirasi (P<0,05) (Tabel 3).

Pada hasil pengukuran tersebut semua variabel fisiologis ternak domba masih dalam kisaran normal yang menandakan proses homeostasis yang berjalan dengan baik [24]. Pada laju respirasi ternak mengalami peningkatan sehingga ternak membutuhkan usaha yang lebih besar dalam proses homeostasis. Berdasarkan catatan di atas maka dapat diketahui bahwa selama periode penelitian berlangsung ternak dapat membuang kelebihan panas tubuh, baik yang berasal dari lingkungan maupun metabolisme melalui proses termoregulasi terutama evaporespirasi.

Tabel 3. Rataan Respon Fisiologis Domba

Parameter	Perlakuan				Rerata
	T1	T2	T3	T4	
Suhu rektal (℃)	39,21 ±0,22	39,21 ±0,09	39,30 ±0,51	39,12 ±0,10	39,21 ±0,29
Denyut Jantung (kali/menit)	73,73 ±3,71	76,67 ±2,88	73,87 ±2,29	74,40 ±4,08	74,67 ±3,52
Laju Respirasi (kali/menit)	40,90 ±0,62[b]	54,16 ±0,56[a]	37,47 ±0,35[b]	41,83 ±0,42[b]	-

Keterangan : Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05). T1=Pakan komplit dengan rasio RDP/NFC sebesar 0,32, T2= Pakan komplit dengan rasio RDP/NFC sebesar 0,29, T3= Pakan komplit dengan rasio RDP/NFC sebesar 0,26, T4= Pakan komplit dengan rasio sebesar 0,23

Rerata suhu rektal domba ekor tipis selama periode penelitian membuktikan bahwa ternak masih dapat mempertahankan suhu tubuh, walaupun diberi pakan dengan komposisi RDP dan NFC yang berbeda. Rataan suhu rektal selama periode penelitian berkisar 39,21±0,29 ℃. Rataan suhu rektal tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan laporan penelitian [25] dimana suhu rektal ternak domba berkisar 37,76-38,90 ℃, tetapi masih berada pada kisaran normal yaitu 38,2-40,0℃ [22].

Kondisi seperti di atas mengindikasikan bahwa ternak tidak melakukan tambahan upaya termoregulasi dan memiliki kemampuan yang baik dalam proses homeostasis (suhu tubuh) sehingga mampu mengatur suhu tubuhnya. Dengan demikian selama periode penelitian berlangsung ternak tidak melakukan upaya berlebih dalam proses termoregulasi.

Data rerata denyut jantung domba ekor tipis muda selama periode penelitian membuktikan bahwa ternak mampu mempertahankan suhu tubuh akibat perbedaan RDP/NFC pakan dengan baik tanpa melibatkan mekanisme perubahan aliran darah dari dalam ke perifer [26].

Rerata denyut jantung berdasarkan hasil penelitian berkisar 74,67±3,52 kali tiap menit, lebih rendah jika dibandingkan dengan laporan penelitian [25] yaitu denyut jantung berkisar 74,63-82,60 kali tiap menit, namun rataan tersebut masih berada pada kisaran normal antara 70-80 kali tiap menit [24]. Kondisi seperti di atas mengindikasikan bahwa ternak dapat mengendalikan suhu tubuh agar tetap konstan melalui interaksi dengan lingkungan untuk melepaskan panas tubuh dari pembuluh darah ke perifer [27]. Dengan demikian, selama periode penelitian ternak tidak melakukan tambahan upaya termoregulasi melalui mekanisme denyut jantung.

Data rerata laju respirasi yang berbeda (P<0,05) antar perlakuan pada ternak percobaan membuktikan bahwa perubahan *heat load* akibat perbedaan komposisi RDP dan NFC pakan dapat dinetralisir melalui pembuangan panas tubuh dengan evaporespirasi. Ternak dengan pakan T2 (0,29) Rerata laju respirasi sebesar 54,17 kali tiap menit yang memperlihatkan laju respirasi lebih tinggi (P<0,05) dari pada ternak dengan pakan (T1 0,32; T3 0,26, dan T4 0,23) yang tidak berbeda yaitu Rerata 40,07 kali tiap menit.

Rerata laju respirasi pada pakan T2 lebih tinggi jika dibandingkan dengan laporan penelitian [25] yaitu laju respirasi berkisar 32,06-52,17 kali tiap menit. Tingginya laju respirasi tersebut disebabkan karena proses metabolisme dari pakan yang dikonsumsi ternak menghasilkan panas tubuh lebih banyak akibatnya ternak menerima beban panas dari proses fermentasi rumen yang tinggi hingga terjadi peningkatan aktivitas metabolisme dalam tubuh sehingga ternak melakukan tambahan upaya berlebih dalam proses homeostasis [28]. Dengan demikian selama periode penelitian ternak melakukan tambahan upaya berlebih dalam proses termoregulasi melalui mekanisme laju respirasi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perbedaan rasio RDP dan NFC dalam pakan sebesar 0,23 sampai dengan 0,32 masih dapat ditoleransi oleh DET melalui mekanisme termoregulasi.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami sampaikan apresiasi dan terimakasih kepada seluruh anggota tim penelitian *in vivo* (Erla, Attar, Dhiva, Deyani, Arrasya, Nur, Lasma Gilang dan Fahza) serta Tim *in vitro* (Tarisa, Rosa, Albert, Mufid dan Andika) atas bantuan dan kerjasamanya sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik. Terima kasih juga atas support keluarga tercinta, tim promotor, Mbak Vita, Mbak Dilla dan temen teman DIP.

Daftar Pustaka

[1]. Oktavia, R., A. Kistian dan R. Hera. 2023. Tingkat pengetahuan peternak tentang produktivitas ternak dan ektoparasit pada ternak kerbau (Bubalus bubalis). Bionatural. 10 (2): 118–126.

[2]. Chisoro, P Jaja, I F Assan, N. 2023. Incorporation of local novel feed resources in livestock feed for sustainable food security and circular economy in Africa . Frontiers in Sustainability.4

[3]. Makkar., M. Blummel dan K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyyrolidones or polyethylene glycols and tannins t their implication in gas production and true digestibility in in-vitro techniques. J. Nutrition. 73:897-913.
[4]. Phipps, R. H. dan D. I. Givens. 2000. Recent developments in ruminant nutrition and feed efficiency. J of Anim. Sci. 71(3): 561−569.
[5]. Yang, J. Y., J. Seo, H. J. Kim, S. Seo and J. K. Ha. 2010. Nutrient synchrony: Is it a suitable strategy to improve nitrogen utilization and animal performace?. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 23: 972-979
[6]. Ginting, S. P. 2005. Sinkronisasi degradasi protein dan energi dalam rumen untuk memaksimalkan produksi protein mikroba. J. Wartazoa. 15 (1): 1−10.
[7]. Westwood, C.T., Lean, I.J., Garvin, J.K., Wynn, P.C., 2000. Effect of genetic merit and varying dietary prowangtein degradability on lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 83: 2926–2940.
[8]. Pitta,D.W., N. Indugu,L. Baker, B. Vecchiarelli, and G. Attwood. 2017. Symposium review: Understanding diet–microbe interactions to enhance productivity of dairy cows. J. Dairy Sci. 101:7661–7679
[9]. Purnamasari, L., S. Rahayu, dan M. Baihaqi. 2018. Respon fisiologis dan palatabilitas domba ekor tipis terhadap limbah tauge dan kangkung kering sebagai pakan pengganti rumput. J of Livest. Sci. and Prod. 2 (1): 56−63.
[10]. de Lima, L. R., de Souza, J. B. F., Duarte, L. M., Mendes, M. S. P., Barbosa Filho, J. A. D., Gadelha, C. R. F., & Pimentel, P. G. (2019). Thermophysiological indicators of lambs during pre-slaughter handling. Biological Rhythm Research, 50(4), 553–563. https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1474846
[11]. Sutardi, T. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi. Departemen Ilmu Makanan Ternak, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
[12]. Tilley, J.M. and Terry, R.A. (1963). A two-stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18(2):104-111.
[13]. Detmann, E., S.C and V. Filho. 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.62(4): 980-984
[14]. Vieira, R., H. Louvandini, J. Barcellos, C. F. Martins dan C. McManus. 2023. Path and logistic analysis for heat tolerance in adapted breeds of cattle in Brazil. Livest. Sci. 25 (8): 1−9.
[15]. Schmidt-Nielsen, K. 1997. Animal Physiology: Adaptation and Environment. 5th Ed., Cambridge University Press, Inggris.
[16]. Yousef, M. K. 1985. Stress Physiology in Livestock. CRC Press Inc., Florida
[17]. Hina, C.Y., Simarmata, Y.T.R. dan M.M. Laut. 2019. Gambaran fisiologis domba di Desa Oesao Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang. J. Veteriner Nusantara. 2 (2): 153−160
[18]. Whaley, L. 2024. Animal Physiology: Adaptations and Responses. Academic Press, New York.
[19]. Mushawwir, A., N. Suwarno dan A. A. Yulianti. 2019. Thermoregulasi domba ekor gemuk yang dipelihara pada ketinggian tempat (altitude) yang berbeda. J. Ilmu dan Industri Peternakan. 5 (2): 77−86.
[20]. Ewing, S. A., D. C. Lay dan E. V. Borell. 1999. Farm Animal Well Being. Stress Physiology, Animal Behavior and Environmental Design. Prentice Hall Inc., New Jersey.
[21]. Roland, L., M. Drillich, D. Klein-Jöbstl dan M. Iwersen. 2016. Invited review: influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. J. Dairy Sci. 99 (4): 2438−2452.
[22]. Koluman, N dan I. Daskiran. 2011. Effects of ventilation of the sheep house on heat stress, growth and thyroid hormones of lambs. J. Trop Anim. Health Produc. 43 (6): 1123−1127.
[23]. Suherman D., B. P. Purwanto, W. Manalu dan I. G. Permana. 2013. Model penentuan suhu kritis pada sapi perah berdasarkan kemampuan produksi dan manajemen pakan. J. Sain Peternakan Indonesia. 8 (2): 121−124.
[24]. Smith, J.B. dan S. Mangkoewidjojo. 1988. Pemeliharaan Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis. UI-Press, Jakarta.

[25]. Syaikhullah, G., M. Adhyatma dan H. Khasanah. 2020. Respon fisiologis domba ekor tipis terhadap waktu pemberian pakan yang berbeda. J. Sains dan Teknologi Peternakan. 2 (1): 33−39.
[26]. Sientje, D.R. 2003. Stres Panas pada Sapi Perah Laktasi. IPB Press, Bogor.
[27]. Isnaeni, W. 2006. Fisiologi Hewan. PT. Kanisius, Yogyakarta.
[28]. Atik., S. dan A. Esfandiari. 2020. Respon fisiologi domba garut dan domba jonggol jantan dewasa terhadap pemberian pakan limbah tauge pada sore hari. J. Trop. Anim. Res. 1 (1): 29−42.