

Pengaruh Suplementasi Cu-Lisinat, Zn-Lisinat, dan Metionin dalam Ransum terhadap Respon Fisiologis pada Kambing *Cross Boer* Jantan

Nadira Nadira^{1*}, Muhtarudin Muhtarudin¹, Liman Liman¹, Arif Qisthon²

¹Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

²Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Email: rexalvn@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan perlakuan terbaik suplementasi mineral organik (Zn-lisinat dan Cu-lisinat) dan asam amino pembatas (metionin) dalam ransum berbasis limbah singkong terhadap respons fisiologis kambing *Cross Boer* jantan. Penelitian dilaksanakan pada November 2025 — Desember 2025 di Kahfi Farm, Jati Agung, Lampung Selatan, menggunakan 12 ekor kambing *Cross Boer* jantan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) tiga perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang diterapkan yaitu P0: ransum basal, P1: ransum basal + 40 ppm Zn-lisinat dan 10 ppm Cu-lisinat, dan P2: ransum basal + 40 ppm Zn-lisinat dan 10 ppm Cu-lisinat + metionin 0,1%. Peubah yang diamati meliputi frekuensi respirasi, denyut jantung, dan suhu rektal, yang dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Analisis statistik memperlihatkan bahwa pemberian suplemen mineral organik dan metionin tidak menghasilkan perbedaan nyata ($P>0,05$) pada seluruh parameter fisiologis yang diukur. dengan semua nilai masih berada dalam kisaran normal yang mengindikasikan mekanisme termoregulasi ternak berfungsi dengan baik selama penelitian.

Kata Kunci: Kambing *bross boer*, metionin, mineral organik, respons fisiologis.

1. Pendahuluan

Sektor peternakan berkontribusi pada ketahanan pangan dan perekonomian nasional. Kambing menjadi komoditas unggulan karena mudah beradaptasi dengan berbagai lingkungan dan berpotensi besar sebagai sumber protein hewani. Menurut data BPS 2024, populasi kambing di Indonesia mencapai 15.710.055 ekor, dengan Provinsi Lampung sebagai salah satu kontributor dengan jumlah mencapai 1.966.835 ekor.

Upaya peningkatan produktivitas dapat dilakukan melalui perbaikan genetik dan manajemen pemeliharaan. Kambing cross Boer adalah hasil persilangan kambing Boer dari Afrika Selatan dengan kambing lokal yang memiliki kualitas karkas yang lebih baik dan laju pertumbuhan yang lebih cepat. Pemenuhan nutrisi terutama protein

sangat penting, di mana ternak membutuhkan protein dari mikrobial dan asam amino dari protein pakan yang tidak terfermentasi di rumen untuk diserap di usus halus.

Biaya pakan yang tinggi, yang menyumbang antara 60 hingga 80 persen dari total pengeluaran produksi, merupakan salah satu masalah utama. Daun singkong dengan kandungan protein kasar 22% dapat menjadi alternatif untuk mendukung kebutuhan protein kambing sebesar 12—16% dari total ransum. Pemanfaatan limbah daun singkong tidak hanya dapat menekan biaya produksi, tetapi juga mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat limbah agroindustri. Namun demikian, kandungan nutrisinya seringkali belum optimal sehingga diperlukan strategi suplementasi nutrisi.

Penggunaan mineral mikro organik berupa Zn-lisinat dan Cu-lisinat yang dikombinasikan dengan metionin terbukti memberikan hasil yang optimal, mengingat keduanya memiliki tingkat penyerapan yang tinggi serta mampu melewati proses degradasi di dalam rumen. Kombinasi suplementasi ini diharapkan memberikan efek sinergis dalam meningkatkan performa ternak, meskipun informasi mengenai pengaruhnya terhadap respons fisiologis kambing *cross* Boer pada ransum berbasis limbah singkong masih terbatas. Atas dasar itu, penelitian ini dilakukan guna menganalisis suplementasi terhadap respons fisiologis pada kambing *cross* Boer jantan.

2. Materi dan Metode

2.1. Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian ini berlangsung selama bulan November 2025 sampai dengan Desember 2025 di Kahfi Farm, Jati Agung, Lampung Selatan.

2.2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan selama penelitian mencakup 12 unit kandang individu untuk kambing, tempat pakan dan minum, sekop, drum silo, ember, cangkul, sapu lidi, karung, plastik, alat tulis, serta kamera handphone sebagai alat dokumentasi kegiatan. Peralatan

untuk pengukuran meliputi *thermometer* digital, *stopwatch*, *thermohygrometer*, stetoskop, dan alat tulis. Serta bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 12 ekor kambing *cross* Boer jantan dengan bobot tubuh 29,75—34,35 kg dan berumur 6—8 bulan yang dipelihara pada kandang individu dengan bentuk panggung. Bahan lain yang digunakan pada penelitian ini yaitu ransum basal yang terdiri dari silase daun singkong, DDGS, pollard, onggok press, bungkil sawit, premix dan molases, dan bahan perlakuan terdiri dari mineral organik (Zn-lisinat dan Cu-lisinat) dan asam amino pembatas metionin.

2.3. Rancangan Penelitian

Percobaan ini menggunakan 12 ekor kambing *cross* Boer jantan sebagai hewan percobaan, dirancang berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan empat ulangan dan kandungan nutrisi ransum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah:

P0: Ransum Basal (silase daun singkong, onggok press, molases, bungkil kelapa

sawit, DDGS, *pollard*, dan premix)

P1: P0 + Mineral organik (40 ppm Zn-lisinat dan 10 ppm Cu-lisinat)

P2: P1 + Asam amino metionin 0,1%.

Tabel 1. Kandungan nutrisi ransum perlakuan

Perlakuan	Kandungan nutrien ransum				
	PK	Abi	SK	LK	BETI
	-----(% BK)-----				
P0	13,21	5,81	16,01	10,11	45,60
P1	14,81	5,31	14,41	11,21	46,81
P2	15,41	4,81	12,61	12,51	46,51

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (2025).

2.4. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu tahap persiapan, pembuatan mineral organik, pelaksanaan penelitian, serta analisis data.

2.5. Parameter Yang Diamati

Parameter yang diteliti meliputi frekuensi denyut jantung, frekuensi pernapasan, dan suhu rektal. Pengambilan data dilaksanakan seminggu sekali selama lima minggu, yaitu setiap hari Selasa pada pukul 06.00, 12.00, dan 15.00 WIB.

Denyut jantung diukur menggunakan stetoskop yang diletakkan pada area aksila kiri selama satu menit, desetiap sesi pengukuran (Rosmayanti *et al.*, 2019). Frekuensi pernapasan diukur dengan menempatkan punggung tangan di dekat lubang hidung ternak selama satu menit, lalu diulangi sebanyak tiga kali (Rosmayanti *et al.*, 2019). Suhu rektal diukur menggunakan termometer digital yang dimasukkan ke dalam rektum sedalam ± 2 cm pada kondisi ternak yang tenang, kemudian dibaca setelah alat memberikan sinyal bunyi dalam rentang waktu 2—3 menit (Qisthon dan Widodo, 2015).

2.6. Analisis Data

Data respons fisiologis yang didapat akan dilakukan analisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA), dan jika menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$) atau sangat nyata ($P < 0,01$) maka analisis akan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh perlakuan terhadap frekuensi respirasi kambing *cross boer*

Berdasarkan hasil analisis varians (ANOVA), diketahui bahwa suplementasi mineral organik dan asam

amino tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($P > 0,05$) terhadap frekuensi respirasi kambing *Cross Boer* jantan.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata frekuensi respirasi pada P0, P1, dan P2 secara berturut-turut adalah 28,16; 28,93; dan 29,20 kali/menit, seluruhnya masih dalam kisaran normal 15—30 kali/menit (Gupta dan Mondal, 2019). Meskipun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan numerik dari P0 ke P2 yang mengindikasikan adanya respons metabolisme yang semakin aktif seiring penambahan suplementasi.

lolos degradasi rumen berkat struktur chelate-nya yang stabil, lalu diserap di usus halus dan didistribusikan ke seluruh jaringan (Muhtarudin *et al.*, 2003). Zn^{2+} yang terserap berperan sebagai kofaktor lebih dari 300 reaksi enzimatik yang menopang pembentukan protein dan kelancaran metabolisme energi (Parakkasi, 1999; Tillman *et al.*, 1989), sementara Cu^{2+} mengoptimalkan fungsi sitokrom c oksidase dalam rantai transpor elektron sehingga efisiensi produksi ATP meningkat (Tillman *et al.*, 1989). Peningkatan aktivitas metabolisme seluler ini membutuhkan pasokan oksigen yang lebih besar, yang secara refleks mendorong peningkatan frekuensi respirasi (Esmay, 1978).

Penambahan metionin 0,1% pada P2 turut berkontribusi pada peningkatan numerik frekuensi respirasi. Metionin yang diserap di usus halus diaktivasi menjadi S-adenosilmetionin (SAM) di hati, yang selanjutnya mendukung berbagai reaksi biosintesis penting termasuk pembentukan kreatin, fosfatidilkolin, dan karnitin (Vazquez-Anon *et al.*, 2006). Optimalisasi sintesis protein akibat ketersediaan metionin yang cukup meningkatkan kebutuhan oksigen untuk produksi ATP melalui fosforilasi oksidatif, sehingga mendorong peningkatan laju pernapasan

(Kahlon *et al.*, 1975). Meski demikian, pada dosis suplementasi 0,1%, peningkatan laju metabolisme yang terjadi belum cukup besar untuk menghasilkan perbedaan yang nyata secara statistik. Stabilitasnya frekuensi respirasi pada kisaran normal juga didukung oleh kandungan darah lokal sekitar 53,125% pada kambing Cross Boer yang memberikan kemampuan adaptasi termoregulasi terhadap kondisi panas tropis, meskipun THI rata-rata sebesar 79,5 termasuk kategori bahaya (Helal *et al.*, 2010).

Tidak adanya perbedaan nyata antarperlakuan diduga karena beban panas yang dialami seluruh ternak relatif seragam akibat kondisi lingkungan kandang yang sama (Qisthon dan Widodo, 2015). Mineral organik Zn-lisinat dan Cu-lisinat yang dikonsumsi

3.2. Pengaruh perlakuan terhadap denyut jantung kambing *cross boer*

Berdasarkan hasil analisis varians (ANOVA), diketahui bahwa suplementasi mineral organik dan asam amino tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($P>0,05$) terhadap denyut jantung kambing *Cross Boer* jantan.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata denyut jantung pada P0, P1, dan P2 secara berturut-turut adalah 94,89; 96,71; dan 97,16 kali/menit, seluruhnya masih dalam kisaran normal 70—135 kali/menit (Septiadi *et al.*, 2015). Secara numerik terdapat peningkatan dari P0 ke P2, sejalan dengan hasil yang dilaporkan Nainggolan *et al.* (2025) dan Devatama *et al.* (2025) yang juga menunjukkan denyut jantung dalam batas normal.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap frekuensi respirasi

Ulangan	Perlakuan		
	P0	P1	P2
	----- (kali/menit) -----		
1	26,84	28,00	29,07
2	30,04	31,11	27,64
3	28,27	27,38	28,71
4	27,47	29,24	31,38
Rata-rata	28,16 ± 1,39	28,93 ± 1,65	29,20 ± 1,57

Keterangan :

P0: Ransum Basal 100%

P1: Ransum Basal 100% + 40 ppm Zn-lisinat dan 10 ppm Cu-lisinat

P2: Ransum Basal 100% + 40 ppm Zn-lisinat dan 10 ppm Cu-lisinat + Asam amino metionin 0,1%

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap denyut jantung

Ulangan	Perlakuan		
	P0	P1	P2
	----- (kali/menit) -----		
1	96,09	97,60	96,98
2	100,09	100,71	94,49
3	93,60	89,51	95,91
4	89,78	99,02	101,24
Rata-rata	94,89 ± 4,33	96,71 ± 4,97	97,16 ± 2,91

Keterangan :

P0: Ransum Basal 100%

P1: Ransum Basal 100% + 40 ppm Zn-lisinat dan 10 ppm Cu-lisinat

P2: Ransum Basal 100% + 40 ppm Zn-lisinat dan 10 ppm Cu-lisinat + Asam amino metionin 0,1%

Tidak berbeda nyata denyut jantung antarperlakuan diduga karena seluruh ternak mengalami kondisi termoregulasi yang sama, mengingat jantung berfungsi sebagai pompa utama yang mendistribusikan oksigen dan nutrisi ke seluruh jaringan sekaligus membawa panas metabolik untuk dilepaskan melalui permukaan kulit (Septiadi *et al.*, 2015). Zn^{2+} dari Zn-lisinat mengoptimalkan fungsi enzim karbonat anhidrase dalam eritrosit yang berperan dalam pertukaran gas, sehingga efisiensi transpor O_2 dan CO_2 oleh darah meningkat (Church dan Pond, 1982). Sementara itu, Cu^{2+} dari Cu-lisinat mendukung efisiensi respirasi seluler melalui perannya dalam sitokrom c oksidase, yang menyebabkan kebutuhan aliran darah teroksigenasi ke jaringan meningkat dan berkontribusi pada kecenderungan peningkatan denyut jantung pada P1 (Kamal *et al.*, 2025). Cu juga berperan dalam sintesis kolagen pembuluh darah melalui enzim lisil oksidase sehingga integritas dinding arteri dan kapiler yang baik mendukung kelancaran distribusi darah ke jaringan perifer (Tillman *et al.*, 1989).

Nilai denyut jantung P2 yang sedikit lebih tinggi dibanding P1 berkaitan dengan peran metabolik metionin dalam mendukung sintesis kreatin di sel otot (Wiyatna dan Hernaman, 2016). Ketersediaan sistem kreatin-fosfokreatin yang baik meningkatkan kapasitas kerja otot sekaligus kebutuhan pasokan darah untuk mengisi kembali substrat energi, yang berkontribusi pada peningkatan denyut jantung. Meskipun THI rata-rata 79,5 termasuk kategori bahaya (Helal *et al.*, 2010), denyut jantung seluruh perlakuan tetap dalam kisaran normal karena keseragaman lingkungan kandang dan kemampuan adaptasi kambing *Cross Boer* terhadap kondisi panas tropis (Adisuwardjo, 2001).

3.3. Pengaruh perlakuan terhadap suhu rektal kambing *cross boer*

Berdasarkan hasil analisis varians (ANOVA), diketahui bahwa suplementasi mineral organik dan asam amino tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($P>0,05$) terhadap suhu rektal kambing *Cross Boer* jantan.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata suhu rektal pada P0, P1, dan P2 secara berturut-turut adalah 38,59; 38,65; dan 38,69°C, seluruhnya masih dalam kisaran normal 38,3—39,9°C (Marai *et al.*, 2007). Selisih yang sangat kecil antarperlakuan (hanya 0,10°C dari P0 ke P2) menunjukkan bahwa pengaruh suplementasi terhadap produksi panas tubuh bersifat minimal dan mampu dikompensasi oleh mekanisme termoregulasi. Hasil ini konsisten dengan temuan Nainggolan *et al.* (2025) dan Devatama *et al.* (2025) yang juga melaporkan suhu rektal dalam kisaran normal.

Stabilnya suhu rektal antarperlakuan mengindikasikan bahwa mekanisme termoregulasi pada seluruh kelompok ternak berjalan efektif, di mana panas yang dihasilkan dari peningkatan metabolisme dibuang melalui peningkatan respirasi dan vasodilatasi perifer sebelum sempat mengubah suhu inti tubuh (Esmay, 1978). Suplementasi Zn-lisinat dan Cu-lisinat pada P1 meningkatkan laju metabolisme sel melalui aktivitas metaloenzim yang mengkatalisis reaksi anabolik maupun katabolik, sehingga menghasilkan panas metabolik yang lebih banyak sebagai produk sampingan (Muhtarudin *et al.*, 2003).

Penambahan metionin pada P2 lebih lanjut meningkatkan produksi panas basal melalui intensifikasi proses anabolik, mengingat elongasi rantai polipeptida di ribosom memerlukan hidrolisis GTP yang menghasilkan panas

sebagai produk sampingan (Vazquez-Anon *et al.*, 2006). Namun pada dosis 0,1%, peningkatan produksi panas tersebut masih sangat kecil sehingga dapat ditangani oleh mekanisme termoregulasi tanpa perubahan suhu rektal yang berarti (Qisthon dan Widodo,

2015). Keberhasilan mempertahankan suhu rektal dalam kisaran normal pada seluruh perlakuan mengindikasikan bahwa homeostasis fisiologis ternak terjaga dengan baik selama penelitian berlangsung (Santoso *et al.*, 2023).

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap frekuensi suhu rektal

Ulangan	Perlakuan		
	P0	P1	P2
	-----(°C)-----		
1	38,60	38,54	38,72
2	38,80	38,79	38,51
3	38,50	38,50	38,66
4	38,44	38,78	38,9
Rata-rata	38,59 ± 0,16	38,65 ± 0,15	38,69 ± 0,15

Keterangan :

P0: Ransum Basal 100%

P1: Ransum Basal 100% + 40 ppm Zn-lisinat dan 10 ppm Cu-lisinat

P2: Ransum Basal 100% + 40 ppm Zn-lisinat dan 10 ppm Cu-lisinat + Asam amino metionin 0,1%

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa suplementasi mineral organik (Cu-lisinat dan Zn-lisinat) dan asam amino metionin dalam ransum berbasis limbah singkong Tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ($P>0,05$) terhadap frekuensi respirasi, denyut jantung, maupun suhu rektal pada kambing *Cross Boer* jantan, serta tidak terdapat perlakuan yang secara nyata memberikan hasil terbaik terhadap respon fisiologis ternak.

Daftar Pustaka

- Adiswardjo, D. (2001). Buku Ajar Dasar Fisiologi Ternak. Fakultas Peternakan Unsoed, Purwokerto.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Populasi Ternak Menurut Provinsi dan Jenis Ternak (ekor) di Indonesia, Tahun 2024.
- Church, D. C. dan W. G. Pond. 1982. Basic Animal Nutrition and Feeding. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York.

Devatama, K. V., Septian, W. A., & Raharjo, P. P. (2025). Nilai Temperature Humidity Index terhadap Respon Fisiologis dan Aktivitas Berbaring Kambing Cross Boer di Balai Besar Pelatihan Peternakan (BBPP) Kota Batu. Skripsi. Universitas Brawijaya.

Esmay, M. L. (1978). Principles of Animal Environment. AVI Publishing Co, US.

Gupta, M., & Mondal, T. (2019). Heat Stress and Thermoregulatory Responses of Goats: A Review. *Biological Rhythm Research*, 52(1), 1–27. <https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1603692>

Helal, A., Hashem, A. L. S., Abdel-Fattah, M. S., & El-Shaer, H. M. (2010). Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. *American-Eurasian Journal*

- of Agricultural & Environmental Sciences, 7(1), 60–69.
- Kahlon, T. S., Meiske, J. C., & Goodrich, R. O. (1975). Rumen metabolism of sulfur in sheep and steers fed diets supplemented with methionine hydroxy analog or sodium sulfate. *Journal of Animal Science*, 41(4), 1215–1223.
- Kamal, M., Amran, M., Suryani, & Aldi. (2025). Pengaruh Pemberian Konsentrat dan Hijauan yang Berbeda terhadap Respons Fisiologi (Suhu Rektal, Denyut Jantung dan Frekuensi Pernapasan) Sapi. *Tropical Animal Science*, 7(1), 116–125. <https://doi.org/10.36596/tas.v7i1.1838>
- Marai, I. F. M., El-Darawany, A., Fadiel, A., & Abdel-Hafez, M. A. M. (2007). Physiological traits as affected by heat stress in sheep. *Small Ruminant Research*, 71(1–3), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>
- Muhtarudin, Liman, & Widodo, Y. (2003). Penggunaan Seng Organik dan Polyunsaturated Fatty Acid dalam Upaya Meningkatkan Ketersediaan Seng, Pertumbuhan, serta Kualitas Daging Kambing. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi.
- Nainggolan, M. A. S., Qisthon, A., Suharyati, S., & Santosa, P. E. (2025). Pengaruh Penambahan Milk Replacer pada Pakan terhadap Respons Fisiologis pada Kambing Cross Boer Jantan. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 9(1), 90–101. <https://doi.org/10.23960/jrip.2025.9.1.90-101>
- Parakkasi, A. (1999). Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Qisthon, A., & Widodo, Y. (2015). Pengaruh Peningkatan Rasio Konsentrat dalam Ransum Kambing Peranakan Etawa di Lingkungan Panas Alami terhadap Konsumsi Ransum, Respons Fisiologis, dan Pertumbuhan. *Jurnal Zootek*, 35(2), 351–360. <https://doi.org/10.35792/zot.35.2.2015.9275>
- Rosmayanti, P., Sudrajat, D., & Malik, B. (2019). Pengaruh Pemberian Pakan Tepung Indigofera Sp. terhadap Respons Fisiologis Domba Ekor Gemuk. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 5(2), 57–64.
- Santoso, K., Tarigan, A. F., & Komariah. (2023). Respons Fisiologis Sapi Pedaging terhadap Pengabutan Air Menggunakan Sprinkler Water. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(3), 423–432. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.3.423>
- Septiadi, A., Nur, H., & Handarini, R. (2015). Kondisi Fisiologis Domba Ekor Tipis Jantan yang diberi Berbagai Level Ransum Fermentasi Isi Rumen Sapi. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 1(2), 69–76. <https://doi.org/10.30997/jpnu.v1i2.228>
- Tillman, A. D., Hartadi, H., Reksohardiprodjo, S., Prawirokusumo, S., & Lebdosoekijo, S. (1989). Ilmu Makanan Ternak Dasar. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Vazquez-Anon, M., Jenkins, T., Staples, C., & Newbold, C. J. (2006). The role of methionine in ruminant metabolism and production. *Revue*

Médicale Vétérinaire, 157(5),
242–249.
Wiyatna, M. F., & Hernaman, I. (2016).
Pengaruh Suplementasi Metionin-

Cpo dalam Ransum terhadap
Performa Domba. Jurnal Ilmu
Ternak, 16(2), 1–6.