

Pemberian Gliserol secara Oral dengan Dosis 2-4 mL/kg Berat Badan Meningkatkan Kadar Fisiologik Glukosa Darah: Kajian pada Kambing Kacang (*Capra aegagrus hircus*)

Oral Administration of Glycerol at a Dose of 2-4 mL/kg Body Weight Increases Physiological Levels of Blood Glucose: A Study in Kacang Goats (Capra aegagrus hircus)

Christin Melkianus¹, Hary Purnamaningsih², Yanuartono², Irkham Widiyono^{2*}

¹Program Magister Sains Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada

²Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada,

Jl. Fauna No. 2, Karangmalang, Yogyakarta, 55281

*Corresponding author, Email: irkhamwidiyono@ugm.ac.id

Diterima : 17 Juni 2022, direvisi : 12 Desember 2022, disetujui : 7 Februari 2023

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of oral glycerol administration on blood glucose concentration and physiological parameters in Kacang goats (*Capra aegagrus hircus*). A total of 7 female goats aged 2 years old, with body weight of 26 kg and body condition score of 2.5–3, non pregnant, and clinically healthy were used in this study. Animals were divided into 2 groups, namely the treatment group with glycerol solution (G) consisting of 4 animals and the water treatment group (A) consisting of 3 animals as control. Glycerol solution is prepared by dissolving glycerol in water in a ratio of 1:1. After an adaptation period of one month, each animal in group G was given 2 treatments, that is oral drenching of glycerol solution at a dose of 4 mL/kg BW which is equivalent to glycerol 2 mL/kg BW (G2) and 8 mL/kg BW which is equivalent to glycerol 4 mL/kg BW (G4). The implementation of the two treatments on each animal was 3 weeks apart. Meanwhile, each animal in group A was given water with the same dose and method as in group G. Physiological data (rectal temperature, heart rate, respiration rate) and blood samples for glucose analyses were collected before (at minute 0) and at 60, 120, and 180 minutes after the oral drenching. The data were analyzed using one way ANOVA and Post Hoc Test. $P < 0.05$ was determined as the criterion of significance. The results of the study showed that the oral administration of glycerol in G2 and G4 resulted in a significant increase in blood glucose levels in the second hour (80.7 mg/dL and 84.0 mg/dL) and did not show a decrease until the minute 180 ($P < 0.05$), while the administration of water with the same dose in groups A4 and A8 did not result in significant changes in blood glucose levels and was in the range of 58-66 mg/dL ($P > 0.05$). Neither oral water nor glycerol administration had a significant effect on rectal temperature, heart rate, and respiratory rate ($P > 0.05$). Based on the results, it could be concluded that the oral administration of glycerol up to 2-4 mL/kg BW in Kacang goats could increase blood glucose levels in the physiological range quickly and last no less than 3 hours after administration.

Key words: blood; glucose; pulse; respiration; temperature

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh pencekokkan gliserol terhadap kadar glukosa darah dan parameter fisiologik pada kambing Kacang (*Capra aegagrus hircus*). Sebanyak 7 ekor kambing Kacang betina, umur \pm 2 tahun, bobot badan 26 kg, *body condition score* (BCS) 2,5–3, tidak bunting, dan secara klinis sehat. Hewan dibagi menjadi 2 kelompok yakni kelompok perlakuan dengan larutan gliserol (G) sebanyak 4 ekor dan kelompok perlakuan dengan air (A) sebanyak 3 ekor sebagai kontrol. Larutan gliserol dibuat dengan melarutkan gliserol dalam air dengan perbandingan 1:1. Setelah melampaui masa adaptasi sekitar satu bulan, setiap hewan pada kelompok G diberi 2 kali perlakuan pencekokkan gliserol, yakni pemberian larutan gliserol secara oral dengan dosis 4 mL/kg BB yang setara dengan gliserol 2 mL/kg BB (G2) dan 8 mL/kg BB yang

setara dengan gliserol 4 mL/kg BB (G4). Pelaksanaan kedua perlakuan pada setiap hewan berselang 3 pekan. Sementara itu setiap hewan pada kelompok A diberi air dengan dosis dan cara yang sama sebagaimana pada kelompok G. Koleksi darah untuk analisis glukosa darah dan data fisiologis (suhu rektal frekuensi detak jantung, frekuensi nafas) dilakukan sebelum (pada menit ke-0) dan pada menit ke-60, 120, dan 180 menit setelah perlakuan. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan one way ANOVA dan *Post Hoc Test*. $P < 0,05$ ditentukan sebagai kriteria signifikansi. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pemberian gliserol pada kelompok G2 dan G4 mengakibatkan peningkatan yang signifikan pada jam kedua (80.7 g/dL dan 84.0 mg/dL) dan belum menunjukkan penurunan sampai menit ke 180 ($P < 0,05$), sedang pemberian air dengan dosis yang sama pada kelompok A4 dan A8 tidak mengakibatkan perubahan kadar glukosa darah secara signifikan dan berada pada kisaran 58-66 mg/dL ($P > 0,05$). Baik pemberian air maupun gliserol tidak berpengaruh signifikan terhadap suhu rektal, frekuensi detak jantung, dan frekuensi nafas ($P > 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pencekokkan gliserol dengan dosis sampai 4 mL/kg BB pada kambing Kacang meningkatkan kadar glukosa darah dalam batasan fisiologis secara cepat dan bertahan tidak kurang dari 3 jam setelah pemberian.

Kata kunci: darah, glukosa; pulsus; respirasi; suhu rektal

Pendahuluan

Kondisi ternak akan menjadi lemah bila produksi energi tidak mencukupi. Status energi pada ternak direfleksikan oleh kadar glukosa dalam darah (Fever, 2007 dalam Merdana, *et al.* 2020). Sejumlah peneliti melaporkan bahwa kadar glukosa darah yang rendah (hipoglikemia) sering dijumpai pada domba dan kambing yang tidak memperoleh pakan (puasa), menderita undernutrisi, menderita *pregnancy toxemia*, dan pada betina bunting selama periode kering (Karapehliwan *et al.*, 2007; Hefnawy *et al.*, 2010; Hefnawy *et al.*, 2011; Idamokoro *et al.*, 2017).

Dalam kaitan dengan pemenuhan kebutuhan nutrisi pada ruminansia, gliserol dapat menjadi alternatif yang potensial. Kajian pada domba menunjukkan bahwa pemberian gliserol 170 ml secara intravena selama 380 menit meningkatkan kadar glukosa darah dan mencapai puncaknya pada periode 1 jam setelah pemberian (Kalyesubula *et al.*, 2019). Sejumlah penelitian pada domba menunjukkan bahwa pemberian gliserol ke dalam rumen secara *drenching* dan *tubing* juga meningkatkan kadar glukosa secara signifikan pada 1 – 3 jam (Linke *et al.*, 2005). Demikian pula Porcu *et al.* (2018) melaporkan bahwa pemberian larutan glukogenik (70% gliserol, 20% propilen glikol, 10% air (23% DM) pada domba perah dengan dosis 5 mL/kg BB meningkatkan kadar glukosa darah mulai dari menit ke-30. Namun demikian, kajian pada kambing Anglonubian menunjukkan bahwa pemberian gliserol secara

oral *drenching* dengan dosis 4,2 mL/kg BB tidak mengakibatkan adanya peningkatan kadar glukosa darah secara signifikan. Peningkatan kadar glukosa darah yang signifikan pada kambing ini ditemukan pada pemberian dengan dosis yang lebih tinggi yakni 8 mL/kg BB (Rodrigues *et al.*, 2015). Sementara itu, pemberian gliserol bersama pakan sampai level 15% selama 69 hari pada kambing Peranakan Boer atau 20% selama 84 hari pada kambing silangan Anglonubian x Thai tidak mengakibatkan peningkatan kadar glukosa dalam darah (Bazerra *et al.*, 2021; Chanjula *et al.*, 2014). Sampai saat ini belum ada informasi mengenai pengaruh pemberian gliserol secara oral terhadap kadar glukosa darah pada kambing Indonesia.

Penelitian pada tikus menunjukkan bahwa pada kondisi puasa kadar glukosa darah dan suhu tubuh mengalami penurunan, sebaliknya pada pemberian pakan *ad libitum* kadar glukosa darah dan suhu tubuh menunjukkan adanya korelasi positif dan linear (Lo Martire *et al.*, 2018). Anton *et al.* (2016) juga melaporkan bahwa sapi Bali bibit yang ditransportasikan dari pulau Lombok ke Kalimantan Barat juga mengalami peningkatan kadar glukosa darah yang juga disertai peningkatan temperatur tubuh, pulsus, dan respirasi. Sejauh pengetahuan penulis, gambaran parameter fisiologis pada kambing yang mengalami perubahan kadar glukosa darah akibat pemberian gliserol pada kambing Indonesia belum pernah dilaporkan.

Penelitian ini ditujukan untuk mengkaji pengaruh pencekokkan gliserol terhadap kadar glukosa darah dan parameter fisiologis pada kambing Kacang (*Capra aegagrus hircus*).

Materi dan Metode

Kegiatan penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etik Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada dengan *Ethical clearance* nomor : 00105/EC-FKH/Int./2021. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2021 – Mei 2022 di Laboratorium Departemen Ilmu Penyakit dalam Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada.

1. Hewan dan larutan gliserol

Hewan coba yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 7 ekor kambing Kacang betina, umur ± 2 tahun, bobot badan rata-rata 26 kg, tidak bunting, kondisi tubuh sedang (BCS 2.5-3.0), dan secara klinis sehat. Setiap hewan ditempatkan pada kandang panggung individual dengan lantai bercelah. Hewan diberi pakan berupa hijauan dan konsentrat pada pagi dan sore hari dan air minum secara *ad libitum*. Setelah melampaui masa adaptasi selama 14 hari hewan dibagi menjadi 2, yakni kelompok dengan pencekokkan larutan gliserol (G) dan dengan pencekokkan air (A). Larutan gliserol dibuat dengan melarutkan gliserol (PT. *Ecogreen Oleochemicals*, Jakarta, Indonesia) dalam air dengan perbandingan 1:1.

2. Perlakuan serta pengambilan data dan sampel

Sebelum dan selama penelitian berlangsung hewan penelitian dipuaskan. Setiap hewan pada kelompok G diberi 2 perlakuan pencekokkan larutan gliserol 4 mL/kg BB (G2) dan 8 mL/kg BB (G4), sedang pada kelompok A diberi air dengan dosis 4 mL/kg BB (A4) dan 8 mL/kg BB (A8). Pelaksanaan perlakuan serta koleksi data dan sampel pada setiap hewan berselang 3 pekan. Pelaksanaan kegiatan dimulai pada pukul 08.00 WIB dan berlangsung selama 3 jam. Pencekokkan larutan gliserol atau air dilakukan dengan spuit dan berlangsung dalam kurun waktu kurang dari 10 menit. Pada menit ke-0 dan pada menit ke-60, 120, dan 180 menit setelah pencekokkan dilakukan pengambilan data fisiologis (suhu

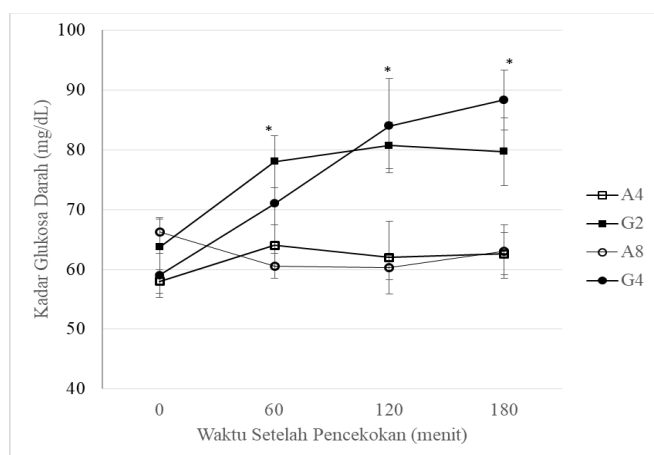
rektal, frekuensi detak jantung, frekuensi nafas) dan sampel darah vena untuk pemeriksaan kadar glukosa darah. Pemeriksaan parameter fisiologis dilakukan dengan metoda klinis standard. Pengambilan darah dilakukan pada *vena jugularis* dengan jarum 23G. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan dengan menggunakan glukometer FreeStyle Optium (Abbot Diabetes care, Selangor, Malaysia) (Kalyesubula *et al.* 2020).

3. Analisis Data

Pengaruh waktu terhadap parameter glukosa darah dan fisiologis pada setiap perlakuan pencekokkan dianalisis dengan *one way ANOVA*. Uji *Post Hoc* digunakan untuk mengetahui perbedaan rerata antar periode. $P < 0,05$ ditentukan sebagai kriteria signifikansi.

Hasil dan Pembahasan

Nilai rata-rata kadar glukosa darah kambing kelompok pencekokkan air (A4 dan A8) dan kelompok pencekokkan larutan gliserol (G2 dan G4) pada menit ke 0, 60, 120, dan 180 ditampilkan pada Gambar 1. Kadar glukosa darah pada kelompok A4 dan A8 tidak mengalami perubahan yang signifikan sampai menit ke 180 setelah perlakuan dan berkisar antara 58,0–66,3 mg/dL ($p > 0,05$). Pada kelompok G2 kadar glukosa darah meningkat signifikan mencapai level 78.0 ± 4.39 mg/dL ($P < 0,05$) dan tetap tidak mengalami penurunan sampai menit ke 180 setelah pencekokkan (79.7 ± 5.67 mg/dL). Demikian pula pada kelompok G4 terjadi peningkatan kadar glukosa darah yang lebih tinggi dan signifikan yakni 84.0 ± 7.87 mg/dL pada menit ke-120 dan 88.3 ± 4.99 mg/dL pada menit ke 180 ($P < 0,05$). Peningkatan kadar glukosa darah ini masih berada pada rentang nilai fisiologis untuk kambing yaitu 39,5-81,0 mg/dL (Stevens *et al.*, 1994) dan nilai rata-rata untuk kambing yang dilaporkan oleh Khan *et al.*, (2020), yakni 65,50-87,95 mg/dL. Level glukosa darah pada kambing Kacang penelitian ini juga masih sebanding dengan level glukosa darah pada kambing Kacang betina yang secara klinis sehat, tidak bunting, tidak laktasi, dan memperoleh yang penuh setelah mengalami undernutrisi, yakni sebesar 73.88 ± 13.56 mg/dL (Widiyono *et al.*, 2016).



Grafik 1. Rata-rata kadar glukosa darah kambing Kacang sebelum dan setelah pencekokan air atau larutan gliserol. A4: air 4 mL/kg BB; G2: larutan gliserol 4 mL/kg BB (setara dengan 2 ml gliserol/kg BB); A8: air 8 mL/kg BB; G4: larutan gliserol 8 mL/kg BB (setara dengan 4 ml gliserol/kg BB). *Nilai rata-rata berbeda signifikan dengan nilai rata-rata sebelum pencekokan ($P < 0,05$) (Melkianus, 2022).

Peningkatan kadar glukosa darah pada kambing Kacang tersebut di atas, baik akibat pemberian gliserol dengan dosis 2 mL/kgBB maupun 4 mL/kg BB, menunjukkan adanya respon kambing Kacang yang berbeda dengan respon kambing Anglonubian. Pada penelitian terdahulu pada kambing Anglonubian *mixed-breed* dilaporkan bahwa pemberian gliserol dengan cara dicekakkan dengan dosis 4 mL gliserol/kg BB tidak mengakibatkan adanya perubahan kadar glukosa darah, dan baru menunjukkan dampak peningkatan kadar glukosa darah yang signifikan pada level pemberian gliserol yang lebih tinggi yakni 8 ml gliserol/kg BB (Rodrigues *et al.*, 2015). Namun demikian, hasil penelitian pemberian gliserol pada kambing Kacang ini selaras dengan hasil penelitian pada domba yang diberi gliserol dengan cara dicekakkan dengan dosis 5 mL/kg BB. Pemberian gliserol pada domba mengakibatkan peningkatan kadar glukosa darah dari 70 mg/dL pada menit ke-0 menjadi 120 mg/dL pada menit ke-30, 139 mg/dL pada menit ke-60 dan mencapai puncaknya sebesar 143 mg/dL pada menit ke-90 (Porcu *et al.*, 2018). Gambaran serupa juga dilaporkan terjadi pada sapi perah bahwa pemberian gliserol (1 kg gliserol dan 1 L air) dengan cara dicekakkan, yakni peningkatan kadar glukosa darah dari 72,5 mg/dL pada menit ke-0 menjadi 85,0 mg/dL pada menit ke-60, mencapai level puncak sebesar 91,6 mg/dL pada

menit ke-180, dan selanjutnya pada jam ke-4 sampai ke-6 mengalami penurunan kembali ke level 78,0–79.5 mg/dL (Linke *et al.*, 2005). Kenaikan kadar glukosa darah setelah pemberian gliserol secara oral terjadi akibat adanya absorpsi gliserol yang masuk ke dalam rumen. Gliserol yang masuk ke dalam rumen diserap langsung melalui epitel rumen, dimetabolisme di hati dan diarahkan ke glukoneogenesis oleh aksi enzim gliserolkinase yang mengubahnya menjadi glukosa. Sebagian gliserol dapat digunakan untuk glukosa melalui jalur glukoneogenik dan sebagian dapat difermentasi menjadi propionat di dalam rumen, yang selanjutnya dimetabolisme dengan oksaloasetat di hati melalui siklus Krebs (LAGE *et al.*, 2010 cit Dias *et al.*, 2016; Ferraro *et al.*, 2016).

Peningkatan kadar glukosa darah kambing Kacang pada periode 3 jam pertama setelah pencekokan gliserol baik pada level 2 mL/kgBB atau 4 mL gliserol/kg BB ternyata belum menunjukkan adanya penurunan. Tidak tertutup kemungkinan kadar glukosa kambing Kacang yang meningkat setelah pemberian gliserol per oral ini dapat bertahan untuk waktu yang lebih lama. Hal ini dipertimbangkan berdasarkan hasil penelitian Porcu *et al.*, (2018) yang menunjukkan bahwa pengeluaran gliserol dari sirkulasi untuk menormalisasi kadarnya berlangsung dalam waktu 12 jam dari pemberian gliserol dengan cara pencekokan (*oral drenching*). Proses pengeluaran gliserol dari aliran darah disebabkan oleh proses transformasi gliserol menjadi glukosa di dalam hati. Dengan demikian dapat diharapkan bahwa teknik aplikasi pencekokan gliserol dengan dosis 2 dan 4 mL gliserol/kg BB pada kambing Kacang, disamping dapat meningkatkan status kadar glukosa darah dalam waktu yang cepat, juga dapat meningkatkan kadar glukosa darah dalam kurun waktu yang cukup lama.

Hasil analisis statistik terhadap data parameter fisiologis (suhu rektal, frekuensi detak jantung, frekuensi nafas) pada periode sebelum dan setelah pemberian air ataupun larutan gliserol menunjukkan bahwa pemberian air maupun gliserol dengan cara pencekokan tidak mengakibatkan perubahan parameter fisiologis kambing ($p > 0,05$; Gambar 2). Hasil penelitian ini berbeda dengan temuan pada tikus dengan pakan

ad libitum bahwa kadar glukosa darah dan suhu tubuh menunjukkan adanya korelasi positif dan linear (Lo Martire *et al.*, 2018) dan temuan adanya peningkatan kadar glukosa darah yang disertai peningkatan temperatur rektal, frekuensi detak jantung, dan frekuensi nafas pada sapi Bali bibit yang ditransportasikan dari pulau Lombok ke Kalimantan Barat, yakni (Anton, *et al.*, 2016). Nilai parameter suhu rektal, frekuensi detak jantung, dan frekuensi nafas kambing Kacang selama periode penelitian tersebut sebanding atau berada pada kisaran nilai fisiologis

untuk kambing Kacang, yakni masing-masing berkisar 37,9-39,1°C, 74-91 x/menit, dan 15-28 x/menit (Hereng *et al.*, 2018; Suwignyo *et al.*, 2018; Beyleto *et al.*, 2022). Dengan demikian, hasil penelitian ini menggarisbawahi potensi pemberian gliserol dengan cara pencekokan pada dosis 2 - 4 mL/kg BB untuk meningkatkan kadar glukosa darah dan mengatasi hipoglikemia pada kambing Kacang akibat beberapa faktor, seperti undernutrisi atau keterbatasan asupan pakan, *pregnancy toxemia*, dan ketosis.

Kesimpulan

Pencekokan gliserol dengan dosis 2-4 mL/kg BB pada kambing Kacang potensial meningkatkan kadar glukosa darah dalam batasan fisiologis dengan cepat dan dapat bertahan dalam kurun waktu tidak kurang dari 3 jam setelah pemberian. Diperlukan kajian lanjut mengenai profil kadar glukosa darah setelah aplikasi gliserol dalam periode yang lebih lama dan respon biologis kambing terhadap perubahan kadar glukosa darah akibat pemberian gliserol.

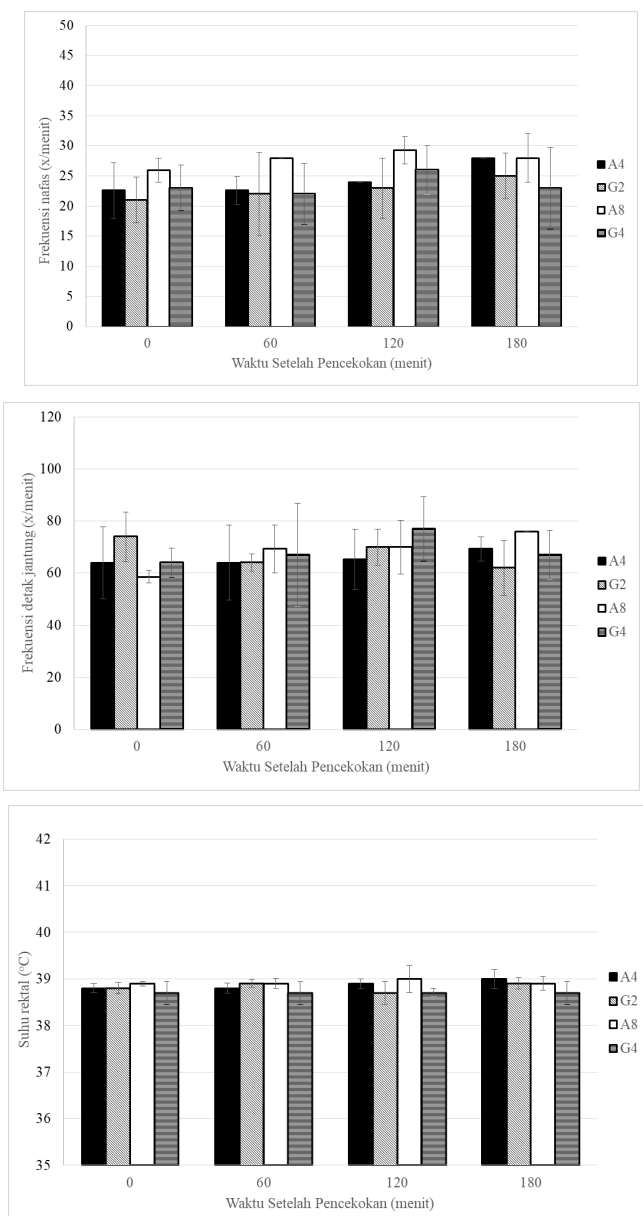
Ucapan Terima Kasih

Terimakasih disampaikan kepada Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada yang telah memberi dukungan finansial melalui Hibah Penelitian Pengembangan Departemen Tahun 2021 dengan nomor kontrak 900/UN1/FKH/HK4/2021. Terimakasih disampaikan kepada Lidya Emmanuela Ngefak yang telah bekerjasama dan membantu pelaksanaan penelitian ini. Manuskrip ini merupakan bagian dari tesis penulis pertama.

Daftar Pustaka

Anton, A., Kasip, L. M., Wirapribadi. L., Depamede, S.N., and Asih, A.R.S. (2016). Perubahan Status Fisiologis dan Bobot Badan Sapi Bali Bibit yang Diantarpulaukan dari Pulau Lombok ke Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia* 2 (1): 86 – 95.

Bazerra, H., Santos, E., Carvalho. G., Oliveira. J., Silva, F., Cassuce, M., Guerra, R., Paraira, D., Pinho, R., Perazzo, A. Ferreira,, D., Nascimento, T., and Zanine, A. (2021). *Metabolic Profile of Goats Fed Diets*



Grafik 2. Rata-rata suhu rektal, frekuensi detak jantung, dan frekuensi nafas kambing Kacang sebelum dan setelah pencekokan air atau larutan gliserol. A4: air 4 mL/kg BB; G2: larutan gliserol 4 mL/kg BB (setara dengan 2 mL gliserol/kg BB); A8: air 8 mL/kg BB; G4: larutan gliserol 8 mL/kg BB (setara dengan 4 mL gliserol/kg BB). Parameter fisiologis tidak berubah signifikan setelah pencekokan ($P>0,05$) (Melkianus, 2022).

- Containing Crude Glycerin from Biodiesel Production. Research Square.
- Beyleto, V.Y., Solihati, N., Heriyadi, D., and Rahmat, D. (2022). Physiological adaptability of pregnant doe Kacang goats in a dry-land-area of Indonesia. *J. Anim. Behav. Biometeorol.*, vol.10, n3, 2223, 2022.
- Chanjula, P, Pakdeechanuan, P. and Wattanasit, S. (2014). Effects of Dietary Crude Glycerin Supplementation on Nutrient Digestibility, Ruminal Fermentation, Blood Metabolites, and Nitrogen Balance of Goats. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2014 Mar; 27(3): 365–374.
- Dias, J.C., da Silveira, A.L.F., Lancanova, J.A.C., Hill, J.A.G., and Moletta, J.L. (2016). Crude glycerin in meat goat diets: intake, performance and carcass traits. *Ciência Rural*, Santa Maria 46(4): 719-724.
- Ferraro, S.M., Mendoza, G.D., Miranda, L.A., and Gutierrez, C.G. (2016). In vitro ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses combined with forages and their effect on glucose and insulin blood plasma concentrations after an oral drench in sheep. *Anim Feed Sci Technol* 213: 74-80.
- Hefnawy, A.E., Youssef, S., and Shousha, S. (2010). Some immunohormonal changes in experimentally pregnant toxemic goats. *Vet Med Int* 4: 1-5.
- Hefnawy. A.E., Shousha, S., and Youssef, S. (2011). Haematobiochemical Profile of Pregnant and Experimentally Pregnancy Toxemic Goats. *Journal of Basic and Applied Chemistry* 1: 65-69.
- Hereng, Y.A.D., Selan, Y.N., and Amalo, F.A. (2018). Parameter fisiologi kambing Kacang (*Capra aegagrus hircus*) di Desa Nunkurus Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara* 2:161–169.
- Idamokoro, E.M., Muchenje, V., and Masika, P.J. (2017). Peri- and post-parturient consequences of maternal undernutrition of free ranging does: A review. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 29, Article #202. Retrieved November 7, 2022, from <http://www.lrrd.org/lrrd29/10/mond29202.html>
- Kalyesubula, M., Rosov, A., Alon, T., Moallem, U., and Dvir, H. (2019). Intravenous Infusions of Glycerol Versus Propylene Glycol for the Regulation of Negative Energy Balance in Sheep: A Randomized Trial. *Animals* 9, 731;
- Kalyesubula, M., Mopuri, R., Rosov, A., Alon, T., Edery, N., Moallem, U., and Dvir, H. (2020). Hyperglycemia-stimulating diet induce liver steatosis in sheep. *Sci Rep* 10, 12189 (2020).
- Karapehliyan, M., Atakisi, E., Atakisi, O., Yucayurt, R., and Pancarci, S.M. (2007). Blood biochemical parameters during the lactation and dry period in Tuj ewes. *Small Rumin Res* 73: 267-271.
- Khan, A., Bibi, H., , Khan, M. Z., Hyder S., Shah, S., Begum, F., Hafeez, M.T., and Rehman, A. (2020). Quantitative analysis of glucose level in blood serum of three goat breeds (*Capra hircus*) in northern Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 30(4): 1047-1051
- Linke, P. (2005). Ruminal and Plasma Responses in Dairy Cows to Drenching or Feeding Glycerol. *The Journal of Undergraduate Research* 3 Article 8. Available at: <http://openprairie.sdstate.edu/jur/vol13/iss1/8>. Retrieved June 16 2022
- Lo Martire, V., Valli, A., Bingaman, M.J., Zoccoli, G., Silvani, A., Swoap, S.J. (2018). Changes in blood glucose as a function of body temperature in laboratory mice: implications for daily torpor. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2018 Oct 1;315(4):E662-E670.
- Melkianus, C. (2022). Respon klinis kambing Kacang (*Capra aegagrus hircus*) terhadap aplikasi gliserol secara oral drenching. Tesis. Program Studi Magister Sains Veteriner. Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Merdana, I.M., Sulabda, I.N., Putra, I.D.A.M.W., and Agustina, I.P.S. (2020). Kadar Glukosa Darah Sapi Bali Pada Periode Periparturien. *Indonesia Medicus Veterinus* 9(2): 295-304
- Porcu, C., Manca, C., Cabiddu, A., Dattena, M., Gallus, M., Pasciu, V., Succu, S., Naitana, S., Berlinguer, F., and Molle, G. (2018). Effects of short-term administration of a glucogenic mixture at mating on feed intake, metabolism, milk yield and reproductive performance of

- lactating dairy ewes. *Anim Feed Sci Technol* 243: 10-21
- Rodrigues, F.V., Silva, C.M.G., Lima, I.M.T., Fernandes, C.C.L., and Rondina, D. (2015). Effect of oral drenching of glycerin as a source of pre-mating energetic supplementation on reproductive response in goats. *Anim. Reprod.* 12 (4): 890-898.
- Stevens, J.B., Anderson, K.L., Correa, M.T., Stewart, T., and Braselton, W.E.Jr., (1994). Hematologic, blood gas, blood chemistry and serum mineral values for a sample of clinically healthy adult goats. *Vet Clin Pathol.* 23(1):19-24.
- Suwignyo, B., Panjono, Aryanto, Sarmin, and Widiyono, I. (2018). Body weight, physiological status and volatile fatty acid on Kacang and Ettawa Crossbreed goat by reduction and refeeding of feed quantity. *Jurnal Sains Veteriner* 36:191–199.
- Widiyono, I., Suwignyo, B., Sarmin, and Susmiyati, T. (2016). Pemberian Pakan Bahan Kering Berkualitas Terbatas Selama Empat Minggu Tidak Mengganggu Kesehatan dan Reproduksi Kacang Jantan Dewasa. *Jurnal Veteriner* 17(4): 492-500
- Widiyono I, Sarmin, and Putro, P.P. (2016). Influence of feed intake on blood chemistry parameters in Kacangoats. *AIP Conf Proc.* 1755:140011-1–140011-4.