

Pengaruh Substitusi Hay Rumput Kume dengan Hay Fodder Jagung Hidroponik terhadap Konsumsi dan Kecernaan Karbohidrat, VFA Total, dan Kadar Glukosa Darah Kambing Kacang

The Effect of Substituting Kume Grass Hay with Hydroponic Corn Fodder Hay on the Intake and Digestibility of Carbohydrate, Total VFA, and Blood Glucose Levels in Kacang Goats

Maria Sherlyana Que^{1*}, I Gusti Ngurah Jelantik¹, Tara Tiba Nikolaus¹, Markus M. Kleden¹

¹Fakultas Peternakan, Kelautan, Dan Perikanan Universitas Nusa Cendana

Jl. Adisucipto Penfui, Kupang 85001

^{*})Email koresponden : maria02sherlyana@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh substitusi hay rumput kume dengan hay fodder jagung hidroponik terhadap konsumsi dan kecernaan karbohidrat, produksi total asam lemak volatil (VFA), serta kadar glukosa darah pada kambing Kacang. Delapan ekor kambing Kacang berumur 8–9 bulan dengan bobot badan antara 15–19 kg digunakan dalam penelitian yang mengikuti desain *change over* dua periode dengan empat perlakuan pakan yaitu DMF0 (70% hay rumput kume + 30% konsentrat), DMF1 (52,5% hay rumput kume + 17,5% hay fodder jagung + 30% konsentrat), DMF2 (35% hay rumput kume + 35% hay fodder jagung + 30% konsentrat), dan DMF3 (17,5% hay rumput kume + 52,5% hay fodder jagung + 30% konsentrat). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan level hay fodder jagung dalam ransum meningkatkan konsumsi karbohidrat (140,7–294,2 g/ekor/hari), kecernaan karbohidrat (66,2–81,5%), dan produksi total VFA (77,7–85,5 mM). Namun, substitusi ini tidak mempengaruhi ($P>0,05$) kadar glukosa darah (19,3–27,8 mg/dL). Dapat disimpulkan bahwa hay fodder jagung hidroponik merupakan alternatif pakan yang efektif untuk menggantikan hay rumput kume, khususnya dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrien tanpa mengganggu keseimbangan fisiologis darah ternak kambing.

Kata Kunci : Fodder Hidroponik, Glukosa, Karbohidrat, VFA.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effects of substituting kume grass hay with hydroponic maize fodder hay on carbohydrate intake and digestibility, total volatile fatty acids (VFA), and blood glucose levels in Kacang goats. Eight male Kacang goats aged 8–9 months with body weights ranging from 15 to 19 kg were used in this experiment following a two-period change-over design with four dietary treatments: DMF0 (70% Kume grass hay + 30% concentrate), DMF1 (52.5% Kume grass hay + 17.5% maize fodder hay + 30% concentrate), DMF2 (35% Kume grass hay + 35% maize fodder hay + 30% concentrate), and DMF3 (17.5% Kume grass hay + 52.5% maize fodder hay + 30% concentrate). The results showed that increasing levels of maize fodder hay significantly improved carbohydrate intake (140.7–294.2 g/head/day), carbohydrate digestibility (66.2–81.5%), and total VFA production (77.7–85.5 mM), while blood glucose levels (19.3–27.8 mg/dL) remained unaffected. In conclusion, hydroponic maize fodder hay can serve as an effective alternative to Kume grass hay, enhancing nutrient utilization without disrupting blood glucose balance.

Keywords: Carbohydrates, Glucose, Hydroponic Fodder, VFA.

PENDAHULUAN

Kelangkaan suplai hijauan berkualitas bagi ternak selama musim kemarau merupakan salah satu faktor penyebab rendahnya produktivitas ternak kambing di provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Riwu Kaho (1993) dan Jelantik (2001) melaporkan pada musim kemarau, hijauan yang tersedia umumnya berkualitas rendah, dengan kadar protein kasar 3% dan kecernaan *in vitro* yang

rendah, yaitu mendekati 40%. Kekurangan nutrisi ini menurunkan kadar amonia rumen di bawah ambang optimal (50 mg/l), yang kemudian menghambat aktivitas mikroba rumen, dan berdampak negatif pada efisiensi pencernaan serta pertumbuhan ternak. Selain itu, pemanfaatan rumput kume oleh peternak karena ketersediaannya melimpah di musim hujan dipanen dan diawetkan

melalui proses penjemuran menjadi hay untuk dijadikan pakan selama musim kemarau belum sepenuhnya mendukung kebutuhan dan peningkatan produktivitas ternak. Berdasarkan laporan (Kale and Aoetpah 2009) dan (Emmadkk. 2013) bahwa kandungan serat kasar yang tinggi pada hay rumput kume 40,5%-52,9% dan rendahnya kadar protein kasar 4,71%, yang menghambat peningkatan performa ternak secara signifikan. Dengan demikian, diperlukan alternatif pakan hijauan pengganti yang lebih bernutrisi, konsisten ketersediaannya, dan mampu mendukung fungsi rumen secara optimal.

Fodder jagung hidroponik merupakan inovasi menjanjikan dalam mendukung suplai hijauan pakan yang berkualitas dan kontinu ketersediaannya. Menurut Wulansari dkk. (2015) teknik hidroponik merupakan suatu istilah yang digunakan dalam bercocok tanam yang memanfaatkan air tanpa menggunakan media tanah sehingga cocok diterapkan pada lahan sempit. Teknik ini dapat memproduksi fodder jagung hidroponik dalam waktu relatif singkat, 7-10 hari setelah tanam (Al-Karaki & Al-Hashimi, 2012). Oleh sebab itu, hidroponik memungkinkan produksi hijauan sepanjang tahun dan fodder yang dihasilkan seluruh komponen tanamannya berupa daun, batang, dan akar dapat dikonsumsi oleh ternak (H. N. Pandey and Pathak 1991). Disamping itu, Heriyanti dkk. (2023) mencatat kandungan PK pada fodder jagung hidroponik mencapai 13,32%-15,87%, dibanding biji jagung utuh yang hanya 8% (Rahim and Tusadiyah 2013). Baik dari segi nutrisi maupun lama produksi fodder jagung hidroponik dapat dimanfaatkan sebagai substitusi hijauan pakan bagi ternak (Widiastuti *et al.* 2022). Namun demikian, tingginya kadar air (80%-85%) pada fodder jagung hidroponik menjadi tantangan karena dapat menurunkan konsumsi dan efisiensi pakan (Chethan *et al.* 2022 ; Benu *et al.* 2024). Untuk itu, pengolahan fodder jagung menjadi hay merupakan langkah strategis untuk mengatasi kelemahan utama fodder jagung hidroponik, yaitu tingginya kadar air. RA Leng, 1997 menyebutkan bahwa pengeringan hijauan seperti fodder jagung dapat meningkatkan masa simpan yang lebih panjang dan memastikan nilai nutrisi tetap terjaga,

menjadikannya pilihan yang lebih praktis untuk pakan cadangan di musim kemarau. Selain itu, fodder berupa hay dapat meningkatkan kecernaan pakan karena pengurangan kadar air memungkinkan ternak untuk mengonsumsi pakan dalam jumlah yang lebih besar (Benu *et al.* 2024). Dengan demikian, pengolahan ini tidak hanya menjawab tantangan penyediaan pakan saat musim pacaklik tetapi juga meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrien oleh ternak.

Komponen utama dalam ransum yang menyumbang 60-70% dari total bahan kering pakan yakni karbohidrat (NCBI 2021), memiliki peran penting dimana produk fermentasi karbohidrat berupa VFA menjadi penyedia energi utama bagi ternak, dan sebagai kerangka karbon dalam mendukung sintesis protein oleh mikroba. Selain itu, Konsentrasi VFA dapat mencerminkan kualitas fermentasi pakan dan kesehatan pencernaan ternak (Putri *et al.* 2023). Sedangkan, kadar glukosa darah yang juga merupakan hasil fermentasi rumen dan indikator suplai energi metabolismik, memiliki dampak langsung pada pertumbuhan dan produktivitas ternak (Orskov and Mcdonald 1979), hal ini disebabkan glukosa darah merupakan suplai energi utama bagi sel-sel yang mempengaruhi fungsi fisiologis dan produktivitas ternak (Merdana *et al.* 2020). Selain itu, kandungan dan komposisi fraksi serat tertentu yang terkandung didalam karbohidrat memiliki hubungan erat dengan efektivitas kecernaan dan jumlah pakan yang dikonsumsi oleh ternak. Selanjutnya, konsumsi pakan mencerminkan efisiensi pemberian pakan dan berfungsi sebagai indikator tingkat penerimaan ternak terhadap pakan yang diberikan McDonald *et al.* (2011). Maka dari itu, penting untuk mengetahui tingkat penerimaan suatu bahan pakan oleh ternak yang dilihat dari total konsumsi dan kecernaan karbohidrat serta kualitasnya yang diukur dari konsentrasi VFA dan kadar glukosa darah yang dihasilkan. Dengan demikian, substitusi hay rumput kume dengan hay fodder jagung hidroponik diharapkan dapat memberikan respon yang setara atau lebih baik pada variabel yang diukur dibanding pakan hay rumput kume saja.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Dusun Atoinfui, Desa Oelomin, Kabupaten Kupang. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan selama 49 hari terdiri dari 2 periode. Setiap periode berlangsung selama 21 hari yang terdiri dari 14 hari adaptasi dan 7 hari pengumpulan data serta 7 hari masa istirahat di antara 2 periode tersebut.

Materi dan Rancangan Penelitian

Ternak kambing kacang yang digunakan dalam penelitian sebanyak 8 ekor dengan kisaran umur 6-8 bulan dengan berat badan antara 10 hingga 15 kg. Sebelum penelitian dimulai, seluruh ternak disuntik dengan obat antiparasit *ivermectin* (IVOMEK) dengan dosis 0,5-0,8 ml secara subkutan, untuk menghilangkan infeksi parasit yang dapat mempengaruhi hasil penelitian. Ternak ditempatkan secara acak didalam kandang metabolic individu dengan ukuran $0,75 \times 1\text{m}^2$ yang telah dilengkapi tempat pakan dan minum, serta tempat penampung feses dan urin untuk mempermudah pengumpulan sampel dan memastikan kebersihan ternak selama penelitian. Penelitian ini menggunakan rancangan change-over design dengan 4 perlakuan dan 2 periode sebagai ulangan. Setiap periode penelitian berlangsung selama 21 hari, dengan rincian 14 hari masa adaptasi dan 7 hari untuk pengambilan data. Perlakuan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: DMF 0 = 70% hay rumput kume + 30% konsentrat (kontrol); DMF 1 = 52.5% hay rumput kume + 17.5% hay fodder jagung + 30% konsentrat; DMF 2 = 35% hay rumput kume + 35% hay fodder jagung + 30% konsentrat; DMF 3 = 17,5% hay rumput kume + 52,5% hay fodder jagung + 30% konsentrat. Proses pemberian ransum dilakukan sebanyak 2 kali sehari (pagi dan sore) yang ditimbang sesuai kebutuhan ternak. Pemberian air *ad libitum*.

Parameter dan Teknik Pengukuran

Parameter yang diukur yakni konsumsi dan kecernaan karbohidrat, VFA total, dan kadar glukosa darah.

Konsumsi karbohidrat

Konsumsi pakan dapat ketahui dengan menghitung selisih antara jumlah pakan yang diberikan dan sisa dalam bentuk bahan kering.

Perhitungan pakan yang diberikan pada ternak berdasarkan bobot badan ternak. Kemudian sisa dari pakan yang diberikan tersebut dikumpulkan. Setelah itu, sisa pakan yang dikumpulkan akan diambil sampel sebanyak 10% untuk dilakukan analisis proksimat. Rumus yang digunakan, yakni: Konsumsi CHO = [Total bahan kering ransum(g) x CHO ransum]

Kecernaan karbohidrat

Konsumsi dan feses merupakan indicator dasar yang digunakan untuk mengukur kecernaan. Feses dikumpulkan setiap hari pada masa pengumpulan data dan dikeringkan pada sinar matahari. Diakhir dari masa pengumpulan feses untuk setiap ternak diambil sampel sebanyak 10% untuk dilakukan analisis proksimat. Adapun rumus yang digunakan adalah

Kecernaan CHO

$$= \frac{\text{Konsumsi CHO} - \text{Ekskresi CHO}}{\text{Konsumsi CHO}} \times 100\%$$

VFA total

Penentuan konsentrasi VFA total dilakukan dengan cara penyulingan uap (Sutardi 1979), cairan rumen yang digunakan akan dikumpul pada hari terakhir masa pengumpulan data di pagi hari 4 jam setelah makan dengan menggunakan pompa vacum dan sampel yang telah diambil dimasukkan pada cawan yang kemudian akan dilakukan pengukuran pH, selanjutnya sampel akan dibawa ke lab untuk di analisis.

$$\text{VFA Total (mM)} = \frac{(a-b)\text{ml} \times \text{NHCl} \times \frac{1000}{5\text{ ml}}}{g \text{ sampel} \times BK \text{ sampel}}$$

Keterangan :

A = Volume HCl blanko pereaksi (hanya H_2SO_4 dan NaOH saja tanpa sampel).

B = Volume HCl sampel

Kadar glukosa darah

Pengukuran glukosa darah menggunakan sampel darah yang diambil pada hari terakhir masa pengumpulan data di pagi hari 4 jam setelah makan. Darah diambil dengan menggunakan jarum yang diinjeksi pada vena jugularis yang telah dibendung beberapa saat dan darah kemudian ditampung menggunakan vacum tube (*vacutainer*) tutup berwarna merah. Metode yang digunakan adalah metode Tes Enzimatic Calorimeter sesuai petunjuk (Pileggi dan Barthelmai, 1962).

$$\frac{\Delta A_{Sampel}}{\Delta A_{Standar}} \times konsentrasi\ Stanadar$$

Ket: Konsentrasi standar = 100 mg/dl

Analisis Data

Data yang diperoleh selama penelitian dianalisis dengan Analisis Sidik Ragam (Anova) dan Uji Jarak Berganda Duncan untuk melihat perbedaan antar perlakuan, dengan menggunakan SPSS windows versi 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Pakan

Komposisi kimia pakan dalam penelitian ini digunakan untuk mengevaluasi kualitas nutrisi dari ransum dengan berbagai tingkat substitusi hay rumput kume oleh hay fodder jagung hidroponik. Pada penelitian ini diharapkan substitusi hay rumput kume dengan hay fodder jagung akan meningkatkan kualitas nutrisi ransum, terutama kandungan protein kasar dan serat kasar yang dimana keduanya sebagai indeks kualitas pakan dalam hal ini berkaitan dengan kebutuhan nutrisi kambing kacang dalam menunjang konsumsi, kecernaan, aktivitas mikroba rumen, serta produksi VFA dan glukosa darah. Selain itu, dengan suplai pakan berkualitas berupa hay fodder jagung hidroponik mampu meningkatkan aktivitas fermentasi di dalam rumen yang berimbang pada peningkatan sintesis protein mikroba, kecernaan, dan produksi VFA.

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar protein kasar meningkat secara bertahap dari

9,66%-10,35%. Peningkatan protein kasar ini seiring dengan bertambahnya level substitusi. Pada pakan perlakuan menggunakan hay rumput kume (DMF0) nilai protein kasar 9,66% sedangkan pada (DMF3) pemberian hay fodder jagung sebanyak 75% pada pakan substitusi kandungan protein kasar mencapai 10,35%. Kenaikan ini diduga karena hay fodder jagung hidroponik mengandung protein lebih tinggi dibandingkan hay rumput kume. Nilai ini juga lebih tinggi dibandingkan temuan Puay *et al.* (2023), yang hanya melaporkan kisaran 7,7%-9,5% pada ransum substitusi fodder jagung terhadap silase rumput kume. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penggunaan hay fodder jagung yang berasal dari tanaman muda (umur panen 7-10 hari), di mana akumulasi protein belum dialihkan ke pertumbuhan struktural. Selain itu, praktik penyiraman dua kali sehari yang dilakukan selama pertumbuhan fodder dapat meningkatkan kandungan nitrogen dan senyawa organik lainnya yang berperan dalam pembentukan protein, sebagaimana disampaikan oleh (Harman 2006).

Tabel 1. Komposisi Kimia Pakan Perlakuan

Item (% BK)	Perlakuan			
	DMF0	DMF1	DMF2	DMF3
BK	92,28	91,92	91,55	91,19
BO	90,91	92,01	93,10	94,20
PK	9,66	9,89	10,12	10,35
LK	5,67	5,25	4,82	4,39
SK	18,71	16,79	14,86	12,93
CHO	73,97	75,26	76,55	77,85
BETN	55,35	58,57	61,79	65,01
GE MJ/kg	17,01	17,15	17,28	17,41
GE Kkal/kg	4.051	4.083	4.115	4.201
EM Kkal/kg	3.827	3.777	3.727	3.677

Ket. DMF 0 = 70% Hay rumput kume + 30% Konsentrat (Kontrol), DMF 1 = 52,5% Hay rumput kume + 17,5% Fodder jagung + 30% Konsentrat, DMF 2 = 35% Hay rumput kume + 35% Hay fodder jagung + 30% Konsentrat, DMF 3 = 17,5% Hay rumput kume + 52,5% Hay fodder jagung + 30% Konsentrat. BK: Bahan Kering, BO: Bahan Organik, PK: Protein Kasar, LK: Lemak Kasar, SK: Serat Kasar, CHO: Karbohidrat, GE: Gross Energi, EM: Energi Metabolis.

Sementara kandungan serat kasar mengalami penurunan signifikan dari 18,71% pada

DMF0 menjadi 12,93% pada DMF3. Hasil ini lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Kumalasari

(2017) bahwa kandungan serat kasarnya sebesar 19,35%. Penurunan ini diduga bahwa hay fodder jagung hidroponik memiliki struktur yang lebih lunak dan kandungan lignoselulosa lebih rendah dibandingkan hay rumput kume, sehingga diharapkan menghasilkan pakan yang lebih mudah dicerna. Hal ini diperkuat oleh penelitian Aling *et al.* (2020) dan Sulistya *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa semakin rendah kandungan serat kasar maka semakin tinggi pencernaan dan aktivitas mikroba rumen dalam memecah nutrien. Dengan adanya penurunan serat kasar tersebut diharapkan mampu meningkatkan laju fermentasi pakan dalam rumen sesuai yang dilaporkan oleh Lahay (2021) bahwa terjadinya peningkatan daya cerna bahan kering dan bahan organik, menandakan adanya peningkatan aktivitas fermentasi sebagai akibat dari penurunan serat kasar. Dengan demikian, substitusi fodder jagung berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi fermentasi rumen dan pencernaan. Namun, kandungan serat kasar pada penelitian masih berada dalam batas yang minimal untuk kesehatan pencernaan ternak ruminansia. Menurut Widiastuti *et al.* (2022) batas minimum untuk kandungan serat kasar yakni 13% dari kadar BK pakan. Selain itu, Has (2014) mencatat bahwa serat kasar sendiri dibutuhkan untuk merangsang saluran pencernaan pada ternak ruminansia dan juga sebagai sumber energi.

Pengaruh Substitusi Terhadap Konsumsi Karbohidrat

Konsumsi pakan adalah jumlah bahan pakan yang dimakan oleh ternak yang sangat penting untuk memastikan kebutuhan nutrisi terpenuhi guna mendukung pertumbuhan dan produktivitas ternak. Konsumsi merupakan faktor esensial dalam mempengaruhi tingkat produktivitas ternak ketika hijauan merupakan bagian terpenting bagi ruminansia. Selain itu, tingkat konsumsi pakan berkaitan dengan nilai nutrisi, penggunaan bahan baku, jumlah pakan yang dimakan dan pencernaan nutrisi serta karakteristik pakan secara ukuran, bentuk, warna, tekstur, rasa, bau (Abidin *et al.* 2015). Sebagian besar pakan yang dikonsumsi dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi tubuh dalam fungsinya memelihara dan mengatur reaksi-reaksi sintesis didalam tubuh (Suprijatna *et al.* 2008). Kebutuhan energi ini bersumber dari bahan pakan

yang mengandung karbohidrat. Karbohidrat merupakan sumber utama penyuplai energi bagi mikroorganisme rumen dan ruminansia dalam pemenuhan kebutuhannya baik dalam bentuk karbohidrat kompleks seperti selulosa dan hemiselulosa selain itu, karbohidrat mudah larut misalnya pati dan gula.

Rataan konsumsi karbohidrat dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 2 Konsumsi karbohidrat hasil penelitian ini berkisar antara 140,79 g/e/h-294,28 g/e/h. Tingkat konsumsi karbohidrat pada penelitian ini lebih tinggi dari yang dilaporkan Puay *et al.* (2023) yakni antara 185,55g/e/h-260,90g/e/h, pada susbtitusi silase rumput kume dengan fodder jagung hidroponik pada kambing kacang jantan. Perbedaan ini diduga karena adanya perbedaan kandungan serat kasar dimana pada penelitian ini kandungan serat kasar lebih rendah. Tillman *et al.* (1998) menyebutkan bahwa kandungan serat kasar yang tinggi dalam ransum dapat mengganggu pencernaan zat lain sehingga mengurangi konsumsi total pakan karena lambatnya degradasi serat dalam rumen. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Hadi *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa pakan dengan kandungan fraksi mudah larut merangsang fermentasi mikroba dan konsumsi yang lebih tinggi, sementara kandungan serat kasar tinggi menimbulkan efek *bulky* yang membatasi konsumsi pakan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsumsi karbohidrat kambing kacang yang diberikan pakan susbtitusi hay rumput kume dengan hay fodder jagung hidroponik meningkat secara signifikan ($P<0,05$). Peningkatan konsumsi karbohidrat dalam penelitian ini berkaitan erat dengan adanya potensi degradasi pakan yang optimal dan keberadaan populasi mikroba yang aktif. Degradasi bahan pakan yang tinggi memungkinkan pakan lebih cepat untuk dipecah dan dicerna dengan bantuan mikroba, sehingga menghasilkan *Volatile Fatty Acid* sebagai sumber energi utama. Kondisi ini sekaligus mendukung peningkatan laju pengosongan rumen yang menyebabkan ruang di rumen lebih cepat tersedia kembali untuk diisi dan memungkinkan ternak untuk mengkonsumsi pakan yang lebih dalam waktu yang sama. Degradasi pakan yang optimal bergantung pada kualitas bahan pakan (Wati *et al.* 2012), hay fodder jagung hidroponik yang memiliki kandungan nutrisi memadai, dengan adanya penurunan serat kasar menunjukkan fraksi

serat pada pakan yang terkandung lebih sedikit dan adanya peningkatan proporsi karbohidrat yang mudah larut berperan dalam peningkatan aktivitas mikroba. Kondisi ini mampu meningkatkan kecepatan degradasi pakan, yang kemudian akan meningkatkan laju aliran pakan dari rumen ke saluran pencernaan berikutnya. Hal ini, sesuai dengan pernyataan (Suhartanto *et al.* 2000) bahwa kualitas suatu bahan pakan tidak hanya ditentukan oleh kandungan gizinya namun ditentukan juga oleh kemampuan degradasi dan adaptasi mikroba rumen yang berdampak pada kecernaan pakan, terutama kandungan lignin.

Laju degradasi komponen pakan akan terjadi ketika kebutuhan mikroba rumen terpenuhi dan tercipta kondisi rumen yang optimal sehingga mendukung aktivitas dan populasi mikroba rumen untuk berkembang (Ensminger 2006). Selanjutnya juga dijelaskan bahwa faktor yang mempengaruhi konsumsi karbohidrat adalah kualitas dan komposisi pakan, tingkat kecernaan pakan, dan mikroba rumen. Mikroba rumen dalam hal ini secara tidak langsung memiliki peran ganda yakni,

dalam mempercepat degradasi dan meningkatkan konsumsi secara tidak langsung dengan mempercepat siklus pakan dalam rumen. Mikroba rumen terutama bakteri amilolitik dan selulotik, berperan dalam pemecahan karbohidrat non-struktural dan struktural (Zubaiddah *et al.* 2019), tersedianya substrat energi dan sumber nitrogen yang cukup bagi mikrobia rumen menyebabkan proses fermentasi berjalan lebih cepat dan efisien, dimana karbohidrat lebih cepat didegradasi dan difermantasi menjadi energi. Hal ini, berimbas pada partikel pakan dalam rumen lebih cepat mengalami disolusi dan fragmentasi, sehingga laju aliran pakan dari rumen ke saluran pencernaan berikutnya meningkat. Menurut (McDonald *et al.* 2011) bahwa ketika laju aliran pakan meningkat akan mengurangi waktu bahan pakan berada di dalam rumen, yang berdampak pada peningkatan konsumsi baik bahan kering maupun karbohidrat karena daya tampung rumen terhadap pakan baru akan meningkat.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan terhadap Parameter yang Diukur

Superskip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0.05$)

Parameter	Perlakuan				SEM	P-Value
	DMF0	DMF1	DMF2	DMF3		
Konsumsi Karbohidrat (g/h)	140,79 ^a	190,79 ^b	213,05 ^c	294,28 ^d	11,947	0,001
Kecernaan Karbohidrat (%)	66,23 ^a	71,59 ^{ab}	79,94 ^{bc}	81,59 ^c	2,406	0,013
VFA (mM)	77,71 ^a	83,60 ^{ab}	85,58 ^c	84,58 ^{bc}	3,989	0,037
Glukosa (mg/dl)	27,83	21,73	13,13	19,33	17,220	0,900

Keterangan : DMF 0 = 70% Hay rumput kume + 30% Konsentrat (Kontrol), DMF 1 = 52.5% Hay rumput kume + 17.5% Fodder jagung + 30% Konsentrat, DMF 2 = 35% Hay rumput kume + 35% Hay fodder jagung + 30% Konsentrat, DMF 3 = 17.5% Hay rumput kume + 52.5% Hay fodder jagung + 30% Konsentrat.

Pengaruh Substitusi Terhadap Kecernaan Karbohidrat

Kecernaan karbohidrat merupakan indikator penting dalam mengevaluasi efisiensi ransum dalam menyediakan energi. Sementara itu, kecernaan dapat menjadi tolak ukur untuk mengetahui kualitas bahan pakan, sebab semakin rendah nilai kecernaan akan semakin rendah pula mutu dari bahan pakan yang digunakan (Tillman *et al.* 1998). Lebih lanjut dijelaskan, semakin mudah

suatu bahan pakan dicerna pada saluran pencernaan dengan demikian nutrien pakan akan lebih mudah diabsorbsi sehingga laju aliran pakan lebih cepat meninggalkan saluran pencernaan yang berimbas pada lebih banyak ruang yang tersisa untuk pertambahan pakan. Selanjutnya, Wahyuni *et al.* (2014) menyatakan bahwa proses pencernaan dengan bantuan mikroba membutuhkan kondisi yang optimum agar bakteri mampu melakukan aktivitas dengan baik sehingga pada kondisi

tersebut kecernaan ransum yang dikonsumsi akan optimal.

Kecernaan karbohidrat dalam penelitian ini berkisar antara 66,23% sampai 81,59%. Jika dibandingkan dengan Banamtuhan *et al.* (2020), nilai kecernaan dalam penelitian ini relatif lebih tinggi. Mereka melaporkan kisaran 55,95%–72,65% pada substitusi fodder jagung terhadap silase rumput alam. Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh perbedaan bentuk fisik pakan (hay vs fresh), dimana fodder jagung dalam bentuk hijauan fresh memiliki kadar air yang lebih tinggi sehingga memperkuat peningkatan laju aliran pakan yang menyebabkan rendahnya kecernaan. Namun, jika dibandingkan dengan penelitian Puay *et al.* (2023) pada kambing kacang sejalan dan menunjukkan kisaran yang hampir sama, yaitu 60,18%–82,29%. Ini menunjukkan bahwa respon kambing kacang terhadap fodder jagung cukup stabil di berbagai bentuk penyajian pakan. Faktor-faktor penting yang berpengaruh adalah kualitas fisik hay, umur panen fodder, serta formulasi ransum yang menjaga keseimbangan energi dan protein.

Hasil penelitian menunjukkan sejalan dengan hipotesis dimana terjadi peningkatan kecernaan karbohidrat secara signifikan dari 66,23% pada DMF0 menjadi 81,59% pada DMF3 ($P<0,05$). Peningkatan ini diasumsikan karena struktur sel hay fodder jagung yang mudah untuk dirombak dan didukung oleh nutrisinya. Hal ini sejalan dengan perubahan pada komposisi kimia pakan, yakni terdapat penurunan serat kasar serta peningkatan kandungan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) dan protein kasar. Penurunan kadar serat kasar menunjukkan fraksi dinding sel tanaman (selulosa, hemi selulosa, dan lignin) pada hay fodder jagung hidroponik lebih rendah dibandingkan dengan hay rumput kume (Widiastuti *et al.* 2022). Fodder jagung yang digunakan relatif muda dan memiliki struktur sel yang memiliki signifikansi lebih rendah menjadikan dinding selnya lebih mudah rusak saat proses pengunyahan dan fermentasi rumen (Rayani *et al.* 2021). Tekstur fodder jagung yang lunak memungkinkan perluasan permukaan partikel pakan yang mempermudah kolonisasi dan degradasi oleh mikroba rumen. Kondisi ini meningkatkan penetrasi enzim selulotik terhadap substrat karbohidrat, terutama fraksi non-struktural seperti pati dan gula sederhana, sehingga kecernaan

karbohidrat meningkat. Peningkatan ini konsisten dengan temuan (McDonald 2010) dan Tillman *et al.* (1998) bahwa bahan pakan dengan serat kasar lebih rendah akan lebih mudah didegradasi oleh mikroba rumen. Selain itu, faktor yang turut berkontribusi yakni adanya peningkatan pada kandungan BETN seiring dengan peningkatan substitusi yang mengindikasikan proporsi karbohidrat yang mudah dicerna (*non-fiber carbohydrate*) lebih tinggi, yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan total kecernaan karbohidrat. Protein kasar yang turut meningkat mendukung aktivitas mikroba rumen, karena nitrogen dari protein menjadi sumber utama untuk pertumbuhan mikroba dan sintesis enzim pencerna serat. Proses fermentasi yang lebih optimal pada DMF2 dan DMF3 juga menggambarkan lingkungan rumen yang mendukung aktivitas mikroba, sebagaimana dinyatakan oleh (Wahyuni *et al.* 2014).

Pengaruh Substitusi terhadap Total VFA

Konsentrasi VFA merupakan indikator penting aktivitas fermentasi mikroba rumen yang terjadi selama proses pencerna serat dan karbohidrat. Konsentrasi VFA dalam rumen sering kali dijadikan penentu seberapa fermentabel suatu bahan pakan yang diberikan dan cukup erat kaitannya dengan mikroba rumen. Sebab jumlah VFA yang dihasilkan menunjukkan kemampuan mikroba rumen dalam mendegradasi pakan. Semakin tinggi konsentrasi VFA, semakin tinggi pula fermentabilitas pakan tersebut. Semakin baik mutu pakan akan berkorelasi positif dengan hasil produk fermentasi rumen.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pakan substitusi hay rumput kume dengan hay fodder jagung hidroponik mampu meningkatkan konsentrasi VFA ($P<0,05$) pada ternak kambing kacang. Konsentrasi VFA pada penelitian ini berada pada kisaran 77,71-85,58 mm. Hasil penelitian yang sama dilaporkan Banamtuhan *et al.* (2020) ketika sebagian besar (70%) fodder jagung menggantikan silase rumput alam. Hal ini mengindikasikan fodder jagung hidroponik lebih fermentable dibandingkan rumput kume. Namun, hasil ini lebih rendah dibandingkan yang dilaporkan Langsibo *et al.* (2024) yang mencatat VFA pada kisaran 78,43-120,00 mm. Perbedaan ini mungkin disebabkan karena adanya penambahan Eucheuma Cottonii afkir pada konsentrasi yang

memungkinkan penambahan protein lebih banyak pada ransum.

Temuan konsentrasi VFA yang meningkat pada penelitian ini diduga disebabkan oleh kemudahan penetarsi enzim oleh mikroba rumen dalam mencerna hay fodder jagung. Kondisi ini mendorong peningkatan fermentabilitas pakan dalam rumen yang tercermin oleh adanya peningkatan kecernaan karbohidrat dan berdampak pada meningkatnya produksi VFA. Pendapat ini sejalan dengan pernyataan (Nuswantara 2009) yang menyatakan bahwa konsentrasi VFA meningkat sebagai akibat dari produksi VFA yang bersumber pada fermentasi karbohidrat pakan. Peningkatan konsentrasii VFA menunjukkan seberapa fermentable bahan pakan tersebut untuk diperlakukan oleh mikroba rumen. Hasil ini menunjukkan bahwa hay fodder jagung hidroponik sebagai pakan substitusi memiliki tingkat fermentabilitas yang baik, serta didukung oleh kualitas nutrisi yang memadai. Kondisi nutrisi yang optimal menyediakan lingkungan fermentasi yang efisien bagi mikroorganisme rumen, yang pada gilirannya meningkatkan produksi VFA. Hal ini sejalan dengan laporan Sari *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa peningkatan kualitas dan keseimbangan ransum, khususnya dalam hal protein dan karbohidrat yang mudah dicerna, mampu meningkatkan aktivitas mikroba rumen.

Konsentrasi Volatile Fatty Acid (VFA) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jumlah dan ragam mikroba dalam rumen, fermentabilitas pakan, pH rumen, serta kecernaan bahan pakan dan jumlah karbohidrat yang terlarut (Rahayu *et al.* 2018). Total produksi VFA menunjukkan kemampuan mikrobia rumen dalam mendegradasi pakan (Putri *et al.* 2023). Selain itu, tingginya produksi VFA juga menunjukkan kecukupan pasokan energi metabolisme ternak (Gumilar 2017). Jena *et al.* (2020) menyatakan bahwa semakin rendah produksi VFA maka semakin rendah pula protein dan karbohidrat yang mudah larut.

Namun demikian, peningkatan konsentrasi VFA tidak terjadi ketika level substitusi ditingkatkan dari 50% menjadi 75%. Fenomena ini bisa disebabkan oleh potensi ketidakseimbangan rasio energi dan protein pada level substitusi tertinggi, yang dapat menurunkan efisiensi penggunaan nitrogen oleh mikroba rumen, sebagaimana dikemukakan oleh (Leng 1990). Ketika energi terlalu tinggi tanpa disertai protein

yang cukup tersedia, mikroba tidak mampu mengoptimalkan fermentasi substrat, sehingga produksi VFA cenderung stagnan atau sedikit menurun. Hal ini sejalan dengan pendapat Gumilar, (2017) menyatakan bahwa terjadinya penurunan konsentrasi VFA karena adanya absorpsi VFA serta pemanfaatan VFA sebagai kerangka karbon sintesis protein mikroba rumen. Selain itu, menurut Langsibo *et al.* (2024) yang menyebutkan perbedaan konsentrasi VFA pada ransum perlakuan disebabkan karena kandungan serat kasar yang merupakan sumber karbohidrat pada ransum menurun. Hal ini dibuktikan dengan adanya penurunan serat kasar pada ransum seiring dengan meningkatnya level substitusi. Namun, konsentrasi VFA pada penelitian ini masih berada pada standar ideal untuk pertumbuhan mikroba rumen yakni 70-150 mM (Zahera *et al.* 2020). Berdasarkan pendapat tersebut, maka konsentrasii VFA yang dihasilkan pada penelitian ini berada pada kisaran normal untuk mendukung pertumbuhan mikroba didalam rumen.

Pengaruh Substitusi Terhadap Kadar Glukosa Darah

Kadar glukosa darah merupakan cerminan balasastatus energi ternak secara sistemik setelah proses metabolisme pasca-absorpsi. Glukosa darah merupakan gula yang paling banyak terdapat di dalam darah dan memiliki peran penting dalam menjalankan fungsi saraf dan jaringan pada tubuh ternak. Selain itu, glukosa merupakan salah satu sumber energi bagi tubuh berasal dari gula sederhana yang dihasilkan dari pemecahan karbohidrat. Meskipun VFA merupakan penyuplai energi terbesar pada tubuh ternak, glukosa tetap diperlukan untuk mendukung fungsi fisiologi tertentu dalam menjaga keseimbangan metabolisme tubuh secara keseluruhan (Uhi *et al.* 2006).

Dalam hipotesis penelitian ini, peningkatan substitusi fodder jagung yang memperbaiki kualitas nutrisi pakan diharapkan mampu meningkatkan efisiensi metabolisme dan menyediakan energi yang cukup, yang salah satunya tercermin dari kadar glukosa darah. Namun, dari data Tabel 4 terlihat bahwa nilai rata-rata glukosa darah kambing kacang penelitian bervariasi antara 13,13-27,83 mg/dl. Kadar glukosa darah dalam penelitian ini jauh lebih rendah dari yang dilaporkan Dadhich (2016) yaitu 58,15-58,20 mg/dl untuk perlakuan fodder jagung dengan level

berbeda. Kadar glukosa darah pada penelitian ini berada jauh dibawah normal seperti yang dikemukakan Ginting *et al.* (2012) bahwa konsentrasi glukosa darah yang normal berada dalam kisaran 44-81 mg/dl. Hal ini diduga karena pada ternak dalam penelitian ini penyerapan glukosa di usus halus kurang efisien sebab terdapat bypass karbohidrat, dimana sebagian karbohidrat tidak terfermentasi secara optimal berlanjut ke usus halus dalam bentuk molekul kompleks sehingga penyerapan menjadi tidak optimal kedalam darah. Selain itu, fluktuasi kadar glukosa darah pada penelitian ini sejalan dengan temuan Puay *et al.* (2023) dan Firmanto *et al.* (2020) yang juga melaporkan variasi kadar glukosa yang tidak signifikan secara statistik meskipun terjadi perbaikan dalam fermentasi rumen. Hal ini mengindikasikan bahwa kadar glukosa darah lebih dipengaruhi oleh faktor fisiologis ternak seperti tingkat stress, metabolisme hati, dan hormon insulin daripada hanya oleh kualitas pakan semata (Tahuk *et al.* 2017).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan substitusi hay rumput kume dengan dengan hay fodder jagung hidroponik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata ($P>0,05$) antar perlakuan terhadap kadar glukosa darah kambing kacang. Absennya kadar glukosa darah pada penelitian ini diasumsikan oleh beberapa faktor yang pertama, produksi VFA didominasi oleh asam asetat dan asam butirat, bukan asam propionat. Asam propionat merupakan prekursor utama yang dibutuhkan dalam pembentukan glukosa darah melalui proses glukoneogenesis dan bersifat glukogenik (Vlaeminck *et al.* 2006). Propionat merupakan satu-satunya VFA glukogenik (Aikhomobhogbe

and Orheruata 2006), sehingga peningkatan VFA tidak selalu linier dengan peningkatan glukosa darah. Dengan demikian, VFA lebih banyak di pakai untuk sintesis lemak dan produksi energi langsung untuk mikroba dan ternak. Walaupun terdapat peningkatan pada nilai konsumsi dan kecernaan karbohidrat, serta konsentrasi VFA. Menurut Cerilla (2003) hal ini, tidak selalu berbanding lurus sebab dalam sistem pencernaan ruminansia hanya sebagian kecil karbohidrat yang dapat dicerna dan diserap sebagai glukosa, selebihnya melalui proses glukoneogenesis di hati (Perston and Leng 1987). Faktor kedua, tidak optimalnya penyerapan diusus halus. Hal ini mungkin disebabkan karena adanya peningkatan kecernaan pada rumen yang menyebabkan karbohidrat yang mencapai usus halus untuk dicerna secara enzimatis menjadi glukosa sedikit, sehingga penyerapan glukosa oleh dinding usus halus menurun. Kondisi ini juga diperkuat dengan adanya peningkatan laju aliran pakan akibat konsumsi yang tinggi sehingga mengurangi waktu retensi pakan dalam proses penyerapan nutrien pada usus halus. Faktor yang ketiga, adanya peningkatan penggunaan glukosa dalam hal ini seperti aktivitas metabolismik sel dan jaringan. Apabila produksi propionat dan glukosa darah berjalan normal namun disertai penggunaannya yang relatif tinggi bahkan dari proses produksinya. Kondisi ini memungkinkan kadar glukosa darah pada ternak terlihat tetap rendah walaupun sebenarnya terdapat produksi yang optimal. Selain itu, homeostatik tubuh berperan penting dalam mengontrol kadar gula dalam darah melalui hormon insulin dan glukagon (Herdt 2013). Sehingga kondisi fisiologis ternak itu sendiri juga turut berperan dalam kadar glukosa darah.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan tersebut maka disimpulkan bahwa substitusi hay rumput kume dengan hay fodder jagung hidroponik pada kambing kacang memberikan respon positif

terhadap konsumsi dan kecernaan karbohidrat, dan konsentrasi VFA total. Namun, belum berhasil menyeimbangkan status energi dan metabolisme melalui kadar glukosa darah.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, Zaenal, Muhammad Junaidi, . Paryono, Nunik Cokrowati, and Salnida Yuniarti. 2015. "Pertumbuhan Dan Konsumsi Pakan Ikan

Lele (Clarias Sp.) Yang Diberi Pakan Berbahan Baku Lokal." *Depik* 4 (1). <https://doi.org/10.13170/depik.1.1.2360>.

- Aikhomobhogbe, P. U., and A. M. Orheruata. 2006. "Haematological and Blood Biochemical Indices of West African Dwarf Goats Vaccinated against Pestes Des Petit Ruminants (PPR)." *African Journal of Biotechnology* 5 (9): 743–48.
- Al-Karaki, Ghazi N., and M. Al-Hashimi. 2012. "Green Fodder Production and Water Use Efficiency of Some Forage Crops under Hydroponic Conditions." *ISRN Agronomy* 2012:1–5. <https://doi.org/10.5402/2012/924672>.
- Aling, Christanto, R.A.V. Tuturoong, Y.L.R. Tulung, and Merci R. Waani. 2020. "Kecernaan Serat Kasar Dan Betn (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen) Ransum Komplit Berbasis Tebon Jagung Pada Sapi Peranakan Ongole." *Zootec* 40 (2): 428. <https://doi.org/10.35792/zot.40.2.2020.28366>.
- Allen D. Tillman; Hari Hartadi; Soedomo Reksohadiprodjo; Soeharto Prawirokusumo; Soekanto Lebdosoekojo. 1998. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Cetakan ke. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Banamtuhan, Sefrans, I Gusti Ngurah Jelantik, and G. A. Y. Lestari. 2020. "Pengaruh Substitusi Fodder Jagung Pada Silase Rumput Alam Terhadap Konsumsi Dan Kecernaan Serat, Konsentrasi VFA Dan Kadar Glukosa Darah Pada Pedet Jantan Sapi Persilangan Ongole x Brahman Lepas Sapih." *Jurnal Nukleus Peternakan* 7 (1): 63–74. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v7i1.2264>.
- Benu, I., I. G.N. Jelantik, C. L. Penu, and M. M. Laut. 2024. "Effect of Replacing Grass Silage with Hydroponic Maize Fodder on Nutrient Intake and Digestibility, Rumen Parameters and Blood Metabolites of Weaned Ongole x Brahman Calves." *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner* 29 (1): 36–44. <https://doi.org/10.14334/jtv.v29i1.3331>.
- Cerilla, M. Esther Ortega; Germán Mendoza Martínez. 2003. "STARCH DIGESTION AND GLUCOSE METABOLISM IN THE RUMINANT: A REVIEW." *Intercencia* 28(7).
- Chethan, K. P., N. K.S. Gowda, T. M. Prabhu, P. Krishnamoorthy, Debaprio Kumar Dey, K. Giridhar, and S. Anandan. 2022. "Nutritional Evaluation of Hydroponic Maize (*Zea Mays*) Grain Sprouts as a Newer Green Feed Resource in Lambs." *Indian Journal of Animal Research* 56 (4): 434–43. <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-4780>.
- Dadhich. 2016. "Effect of Feeding Hydroponics Maize Fodder on Nutrient Utilization Efficiency in Gir Calves." Rajasthan University of Veterinary and Animal Sciences. <https://doi.org/334001>.
- Emma, W, A Paga, A Semang, and S Ghunu. 2013. "Peningkatan Kandungan Nutrient Rumput Kume (Sorghum Plumosum Var. Timorense) Kering Yang Difermentasi Dengan Probiotik Starbio." *Partner*, 1–9. <http://jurnal.politanikoe.ac.id/index.php/jp/article/view/14>.
- Ensminger, Howard D. Tyler; M. E. 2006. *Dairy Cattle Science*. 4th ed. Pearson Prentice Hall (Upper Saddle River, NJ).
- Fathoni Hadi, R., H. Hari, and Kustantinah. 2011. "Kecernaan in Sacco Hijauan Leguminosa Dan Hijauan Non-Leguminosa Dalam Rumen Sapi Peranakan Ongole." *Buletin Peternakan* 35 (2): 79–85.
- Firmanto, Angga D, Erna Hartati, and G A Y Lestari. 2020. "Pengaruh Pemberian Pakan Komplit Fermentasi Serasah Gamal Dan Batang Pisang Terhadap Konsumsi Dan Kecernaan Serat Kasar , Konsentrasi Vollatile Fatty Acid Dan Glukosa Darah (Effect of Complete Feed Fermented Gliciridia Sepium Fallen Leaf And)." *Jurnal Nukleus Peternakan* 7 (2): 161–71. <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/nukleus/article/view/2917>.
- Ginting, S. P., A Tarigan, and Dan R Krisnan. 2012. "Konsumsi Fermentasi Rumen Dan

- Metabolit Darah Kambing Sedang Tumbuh Yang Diberi Silase I. Arrecta Dalam Pakan Komplit.” *Jitv* 17 (1): 49–58.
- Gumilar. 2017. “Konsentrasi Volatile Fatty Acids (VFA), Amonia (NH₃) Dan Produksi Protein Mikroba Cairan Rumen Pada Domba Dengan Pemberian Pakan Siang Dan Malam.” Universitas Diponegoro.
- H. N. Pandey, N. N. Pathak. 1991. “Nutritional Evaluation of Artificially Grown Barley Fodder in Lactating Crossbred Cows.” *Indian Journal of Animal Nutrition* 8:77–78.
- Harman. 2006. “Unsur–Unsur Nitrogen, Fosfor, Kalium Dan Magnesium Yang Terkandung Dalam Pemupukan Yang Mampu Meningkatkan Pertumbuhan Dan Memperbaiki Nilai Gizi Produksi Protein.” Universitas WIjaya Kusuma Surabaya.
- Has A; Napirah A; Indi. 2014. “Efek Peningkatan Serat Kasar Dengan Penggunaan Daun Murbei Dalam Ransum Broiler Terhadap Persentase Bobot Saluran Pencernaan.” *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan* 1(1):63–69.
- Herdt, Thomas H. 2013. *Metabolic Diseases of OF NORTH AMERICA* : Elsevier. First Edit. Vol. 29. Elsevier.
- Heriyanti, Ani, Mohamad Haris Septian, and Danes Suhendra. 2023. “Perbedaan Umur Panen Terhadap Kandungan Protein Kasar Dan Lemak Kasar Fodder Jagung Dengan Sistem Hidropotik.” *Journal of Animal Husbandry Science* 7 (2): 82–90.
- Jelantik, I. G.N. 2001. “Suplementasi Protein Sebagai Alternatif Peningkatan Produktivitas Sapi Bali Di Nusa Tenggara Timur.” In *Seminar Nasional Peternakan Pasca IAEUP*. Kupang.
- Jena, Kristina, M. K. Markus, and B. Imanuel. 2020. “Kecernaan Nutrien Dan Parameter Rumen Pakan Konsentrat Yang Mengandung Tepung Daun Kersen Sebagai Pengganti Jagung Secara In Vitro.” *Jurnal Nukleus* *Peternakan* 7 (2): 2656–2792.
- Kale, L J M Christna, and Aholiab Aoetpah. 2009. “Kualitas Gizi Dan Kecernaan Bahan Organik Secara in Karantina Tenau Kupang.” *Partner* 16 (2): 57–62.
- Klau Tahuk, Paulus, Agustinus Agung Dethan Agung Dethan, and Stefanus Sio. 2017. “Profil Glukosa Dan Urea Darah Sapi Bali Jantan Pada Penggemukan Dengan Hijauan (Greenlot Fattening) Di Peternakan Rakyat.” *Jurnal Agripet* 17 (2): 104–11. <https://doi.org/10.17969/agripet.v17i2.8114>.
- Kumalasari, Nur Rochmah. 2017. “Interaction of Fertilizer, Light Intensity and Media on Maize Growth in Semi-Hydroponic System for Feed Production.” *International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP)* 0 (0): 90–96. <https://journal.ugm.ac.id/istaproceeding/article/view/29933>.
- Lahay, Nancy. 2021. “Kajian Kandungan Nutrisi Fermentasi Isi Rumen Kering Dengan Effective Microorganisms-4.” *Buletin Nutrisi Dan Makanan Ternak* 15(1).
- Langsibo, Aprilia Marince, Jalaludin Jalaludin, and Tara Tiba Nikolaus. 2024. “Pengaruh Pemberian Konsentrat Yang Mengandung Rumput Laut Eucheuma Cottonii Afkir Terfermentasi Terhadap Konsentrasi Amonia, PH Dan VFA Rumen Sapi Bali Betina Muda Yang Diberi Pakan Dasar Silase Rumput Kume Atau Fodder Jagung.” *Animal Agricultura* 2 (2): 742–52. <https://doi.org/10.59891/animacultura.v2i2.95>.
- Leng, R. A. 1990. “Factors Affecting the Utilization of ‘Poor-Quality’ Forages by Ruminants Particularly Under Tropical Conditions.” *Nutrition Research Reviews* 3 (1): 277–303. <https://doi.org/10.1079/nrr19900016>.
- McDonald, P; Edwards, R. A.; Greenhalgh, J. F. D.; Morgan, C. A.; Sinclair, L. A.; Wilkinson, R. G.; 2011. *Animal Nutrition*. 7th ed.

- Harlow, UK: Pearson Education (Pearson Higher Education).
- McDonald, George B. 2010. "Hepatobiliary Complications of Hematopoietic Cell Transplantation, 40 Years On." *Hepatology* 51 (4): 1450–60. <https://doi.org/10.1002/hep.23533>.
- Merdana, I Made, I Nengah Wandia, I Dewa Agung Made Wihanjana Putra, and I Putu Sudana Agustina. 2020. "Kadar Glukosa Darah Sapi Bali Pada Periode Periparturien." *Indonesia Medicus Veterinus* 9 (2): 295–304. <https://doi.org/10.19087/imv.2020.9.2.295>.
- NCBI. 2021. "Nutrient Requirements of Dairy Cattle." *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. <https://doi.org/10.17226/25806>.
- Nuswantara, Limbang Kustiawan. 2009. "Parameter Fermentasi Rumen Pada Kerbau Yang Diberi Pakan Tunggal Glirisidia, Jerami Jagung Dan Kaliandra." *Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan*.
- Orskov, E. R., and I. McDonald. 1979. "The Estimation of Protein Degradability in the Rumen from Incubation Measurements Weighted According to Rate of Passage." *The Journal of Agricultural Science* 92 (2): 499–503. <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>.
- P. McDonald, R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. Sinclair & R. G. Wilkinson. 2011. *Evaluation of Foods: Digestibility. Animal Nutrition*. 7th Editio. Pearson Education Limited (UK) — Edinburgh Gate, Harlow, Essex.
- Perston, T. R., and R. A. Leng. 1987. *Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Sub-tropics*. Penambul Books, Armidale, N.S.W., Australia.
- Puay, Devi, Gustaf Oematan, Daud Amalo, and Imanuel Benu. 2023. "Pengaruh Substitusi Silase Rumput Kume Dengan Fodder Jagung Hidroponik Terhadap Konsumsi Dan Kecernaan Karbohidrat, Konsentrasi Vollatile Fatty Acid Dan Kadar Glukosa Darah Kambing Kacang Jantan." *Animal Agricultura* 1 (1): 24–35. <https://doi.org/10.59891/animacultura.v1i1.3>.
- Putri N, Dessi Liana, Rudy Sutrisna, Farida Fathul, and Liman Liman. 2023. "Pengaruh Pengolahan Amoniasi, Fermentasi, Dan Amofer Kelobot Jagung Terhadap Konsentrasi Vfa Total, Nh3, Dan Produksi Gas Total Secara in Vitro." *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)* 7 (1): 84–93. <https://doi.org/10.23960/jrip.2023.7.1.84-93>.
- RA Leng, T Fujita. 1997. *Tree Foliage in Ruminant Nutrition*. First Edit. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Rahayu, R. I., A. Subrata, and J. Achmadi. 2018. "Fermentabilitas Ruminal In Vitro Pada Pakan Berbasis Jerami Padi Amoniasi Dengan Suplementasi Tepung Bonggol Pisang Dan Molases." *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)* 20 (3): 166–74. <https://doi.org/10.25077/jpi.20.3.166-174.2018>.
- Rahim, Iradhatullah, and Halima Tusadiyah. 2013. "Pertumbuhan Jagung Bermutu Protein Tinggi Pada Berbagai Dosis Nitrogen." *Galung Tropika* 2 (3): 152–58. [www.deptan.go.id.](http://www.deptan.go.id/)
- Rayani, T F, Y Resti, and R K Dewi. 2021. "Kuantitas Dan Kualitas Fodder Jagung, Padi Dan Kacang Hijau Dengan Waktu Panen Yang Berbeda Menggunakan Smart Hydroponic Fodder" 19 (2): 36–41.
- Riwu Kaho, L. M. 1993. "Studi Tentang Rotasi Merumput Pada Biom Sabana Timor Barat Binel TTS." IPB.
- Sari, I. P., L. K. Nuswantara, and J. Achmadi. 2019. "Pengaruh Suplementasi Karbohidrat Mudah

- Larut Yang Berbeda Dalam Pakan Berbasis Jerami Padi Amoniasi Terhadap Degradabilitas Ruminal In Vitro.” *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* 14 (2): 161–70. [https://doi.org/10.31186/jspi.id.14.2.161-170.](https://doi.org/10.31186/jspi.id.14.2.161-170)
- Suhartanto, Bambang, Kustantinah (Kustantinah), and Soemitro Padmowijoto. 2000. “Degradasii In Sacco Bahan Organik Dan Protein Kasar Empat Macam Bahan Pakan Diukur Menggunakan Kantong Intra Dan Rowett Research Institute.” *Buletin Peternakan*. [https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v24i2.1410.](https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v24i2.1410)
- Sulistya, D; Pamungkas; R. Mariyono; R. Antari; T. A. 2013. “Imbalan Pakan Serat Dengan Penguat Yang Berbeda Dalam Ransum Terhadap Tampilan Sapi Peranakan Ongole Jantan.” In *Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner*, 107–15. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian (Indonesia). [https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/18423.](https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/18423)
- Suprijatna, Atmomarsono Umiyati; Kartasudjana Ruhayat; Edjeng. 2008. *Ilmu Dasar Ternak Unggas*. Cet. 2. Jakarta: Penebar Swadaya, Jakarta.
- Uhi, H T, A Parakkasi, and B Haryanto. 2006. “Pengaruh Suplemen Katalitik Terhadap Karakteristik Dan Populasi Mikroba Rumen Domba.” *Media Peternakan* 29 (1): 20–26.
- Vlaeminck, B., V. Fievez, Tamminga, R. J. Dewhurst, A. Van Vuuren, D. De Brabander, and D. Demeyer. 2006. “Milk Odd- and Branched-Chain Fatty Acids in Relation to the Rumen Fermentation Pattern.” *Journal of Dairy Science* 89 (10): 3954–64. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72437-7.](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72437-7)
- Wahyuni, I M D, A Muktiani, and M Christianto. 2014. “Penentuan Dosis Tanin Dan Saponin Untuk Defaunasi Dan Peningkatan Fermentabilitas Pakan(Determination of Tannin and Saponin Dosage for Defaunation Improvement Feed Fermentability).” *Jitp* 3 (3): 133–40.
- Wati, N E, J Achmadi, and E Pangestu. 2012. “Degradasii Nutrien Bahan Pakan Limbah Pertanian Dalam Rumen Kambing Secara in Sacco.” *Animal Agriculture Journal*, 1(1) (1): 485–98. [http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/aaaj.](http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/aaaj)
- Widiastuti, Sri, Nur Achmad Purnama Nugraha, Diah Mustika Rani, and Tri Puji Rahayu. 2022. “Evaluation of Corn Fodder Hydroponic Nutrient Content As a Substitute of Forgive Livestock Feed.” *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 10 (1): 28. [https://doi.org/10.23960/jipt.v10i1.p28-38.](https://doi.org/10.23960/jipt.v10i1.p28-38)
- Wulansari, Windiya & Edi Rianto. 2015. “Penerapan Teknik Hidroponik Sistem Sumbu Pada Pembelajaran Keterampilan Terhadap Kemampuan Mengenal Alat Dan Bahan Tunagrahita,” 1–6.
- Zahera, Rika, Dian Anggraeni, Zikri Aulia Rahman, and Dwierra Evvyernie. 2020. “Pengaruh Kandungan Protein Ransum Yang Berbeda Terhadap Kecernaan 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.](https://doi.org/10.29244/jintp.v18i1.31547)
- Zubaidah, Anis, Dony Prasetyo, Hany Handajani, Sulis Puji Rohmah, and Dyah Ayu Puspita. 2019. “Screening Bakteri Selulolitik Dan Amilolitik Pada Rumen Sapi Sebagai Kandidat Probiotik Pada Budidaya Ikan Secara in Vitro.” *Jurnal Riset Akuakultur* 14 (4): 261–71. [https://doi.org/10.15578/jra.14.4.2019.261-271.](https://doi.org/10.15578/jra.14.4.2019.261-271)