



Integrasi Faktor Genetik Dan Nutrisi Dalam Produksi Dan Kualitas Susu Kambing Perah : Review

(Integration Of Genetic And Nutritional Factors In The Production And Quality Of Dairy Goat Milk: A Review)

Ine Karni^{1*}, Rezki Amalyadi¹, Aminurrahman¹, Ica Ayu Wandira¹, Zaid Al Gifari¹, I Gede Nano Septian¹, Khairil Anwar¹.

¹ Program Studi S1 Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

* Penulis Korespondensi (inekarni@unram.ac.id).

Dikirim (*received*): 16 Februari 2024; dinyatakan diterima (*accepted*): 2 April 2024; terbit (*published*): 31 Mei 2024. Artikel ini dipublikasi secara daring pada https://ejournal.unib.ac.id/index.php/buletin_pt/index

ABSTRACT

The need for animal protein in Indonesia continues to increase, driving the popularity of goat milk as an alternative to cow's milk that is easier to digest and has health benefits. This study aims to review genetic and nutritional factors that affect the production and quality of dairy goat milk. The method used is a literature review of relevant scientific sources. Data analysis was carried out qualitatively. The results of the study indicate that genetic and nutritional factors play a major role in goat milk production. Imported goats such as Alpine (2,633 liters/lactation) and Saanen (2,621 liters/lactation) are more productive than local breeds such as Sapera (264.6 liters/lactation) and Peranakan Etawa (154.3 liters/lactation), supported by strict genetic selection and optimal maintenance management. Milk composition also varies, with Senduro goats having the highest total solids (14.30%), protein (3.74%), and fat (6.40%) compared to Alpine. Nutrition plays an important role in supporting milk production, with high protein sources such as lamtoro (32.0%) and turi (31.29%), as well as fat from turi (7.57%) and indigofera (6.15%) which increase milk fat content. Genetic and nutritional factors affect the production and quality of goat milk, with imported goats being more productive and Senduro goats being superior in milk composition. Proper feed and good management improve milk quality and livestock health. Understanding these genetic and nutritional factors is expected to be the basis for efforts to increase the productivity and quality of dairy goat milk in Indonesia.

Key words: Genetics, Goat Milk, Nutrition, Milk Quality, Production.

ABSTRAK

Kebutuhan protein hewani di Indonesia terus meningkat, mendorong popularitas susu kambing sebagai alternatif susu sapi yang lebih mudah dicerna dan memiliki manfaat kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau faktor genetik dan nutrisi yang mempengaruhi produksi dan kualitas susu kambing perah. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur dari sumber-sumber ilmiah yang relevan. Analisis data dilakukan secara kualitatif. Hasil kajian menunjukkan bahwa faktor genetik dan nutrisi berperan utama dalam produksi susu kambing. Kambing impor seperti Alpine (2.633 liter/laktasi) dan Saanen (2.621 liter/laktasi) lebih produktif dibandingkan ras lokal seperti Sapera (264,6 liter/laktasi) dan Peranakan Etawa (154,3 liter/laktasi), didukung oleh seleksi genetik yang ketat dan manajemen pemeliharaan optimal. Komposisi susu juga bervariasi, dengan kambing Senduro memiliki total solid (14,30%), protein (3,74%), dan lemak (6,40%) tertinggi dibandingkan Alpine. Nutrisi berperan penting dalam mendukung produksi susu, dengan sumber protein tinggi seperti lamtoro (32,0%) dan turi (31,29%), serta lemak dari turi (7,57%) dan indigofera (6,15%) yang meningkatkan kadar lemak susu. Faktor genetik dan nutrisi mempengaruhi produksi dan kualitas susu kambing, dengan kambing impor lebih produktif dan kambing Senduro unggul dalam komposisi susu.

Pakan yang tepat dan manajemen yang baik meningkatkan kualitas susu dan kesehatan ternak. Pemahaman terhadap faktor genetik dan nutrisi ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam upaya peningkatan produktivitas dan kualitas susu kambing perah di Indonesia.

Kata kunci: Genetik, Kualitas Susu, Nutrisi, Produksi, Susu Kambing.

PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat Indonesia akan protein hewani terus mengalami peningkatan sejalan dengan pertumbuhan populasi, peningkatan pendapatan, serta meningkatnya kesadaran akan pentingnya pemenuhan gizi bagi kesehatan tubuh. Susu merupakan sumber protein hewani yang semakin diminati di kalangan Masyarakat. Susu merupakan cairan biologis yang diproduksi oleh mamalia dan mengandung berbagai nutrisi, seperti karbohidrat (laktosa), protein, lemak, vitamin, serta mineral yang berperan dalam memenuhi kebutuhan gizi tubuh. Kandungan susu bervariasi antar spesies (Sinthary and Arief 2023). Susu yang dikonsumsi oleh Masyarakat Indonesia pada umumnya berasal dari susu sapi yang memiliki kandungan lebih dari 20 protein (allergen) yang dimana protein tersebut dapat menyebabkan alergi pada sebagian orang yang mengkonsuminya, oleh karena itu masyarakat sudah banyak beralih ke susu kambing.

Susu kambing memiliki karakteristik khusus, di mana butiran lemaknya berukuran kecil dan tersebar merata (homogen), sehingga lebih mudah dicerna oleh sistem pencernaan manusia dan minim risiko menyebabkan diare. Ukuran butiran lemak dalam susu kambing berkisar antara 1 hingga 10 milimikron, yang hampir setara dengan ukuran butiran lemak dalam susu sapi (Sholeh et al. 2021). Selain itu susu kambing memiliki kandungan total protein, kasein, mineral dan vitamin A yang lebih tinggi dari pada susu kambing, hal tersebut yang membuat masyarakat beranggapan susu kambing dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit seperti asma, tuberculosis, alergi, dan kanker. Selain itu juga protein susu kambing memiliki fungsi sebagai antimikroba,

sehingga memperkuat nilai fungsional dari susu kambing (Giordan 2020).

Produksi susu kambing dihasilkan oleh kambing masih menunjukkan variasi yang cukup besar. Beragamnya produksi susu ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk jenis atau bangsa kambing dan nutrisi yang diberikan (Astuti, Suripta, and Sukarini 2017). Susu berkualitas tinggi berasal dari ternak yang berada dalam kondisi sehat. Kesehatan kambing berperan penting dalam proses pencernaan dan metabolisme pakan, sehingga energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara optimal untuk pertumbuhan dan fungsi fisiologis. Oleh karena itu, pakan serta kandungan nutrisinya menjadi aspek utama yang perlu diperhatikan.

Selain itu beberapa faktor yang dapat menyebabkan rendahnya kualitas susu antara lain proses pemerahan yang tidak higienis, kurangnya perhatian terhadap kebersihan ternak dan kandang, kondisi penyimpanan susu yang tidak optimal, serta pemberian pakan yang tidak memenuhi standar. Secara umum, kualitas susu memiliki peran krusial dalam menentukan harga jualnya, sehingga susu dengan kualitas rendah cenderung memiliki nilai jual yang lebih rendah (Selviana et al. 2024).

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan pendekatan integratif yang secara bersamaan menelaah dua faktor utama yang mempengaruhi kualitas dan produksi susu kambing perah, yaitu faktor genetik dan nutrisi. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih menekankan pada satu faktor tertentu, baik faktor genetik maupun faktor nutrisi, tanpa mengintegrasikannya dalam suatu kajian yang bersifat komprehensi. Penelitian ini mencoba untuk menggali secara mendalam interaksi antara kedua faktor tersebut, dengan tujuan untuk memberikan

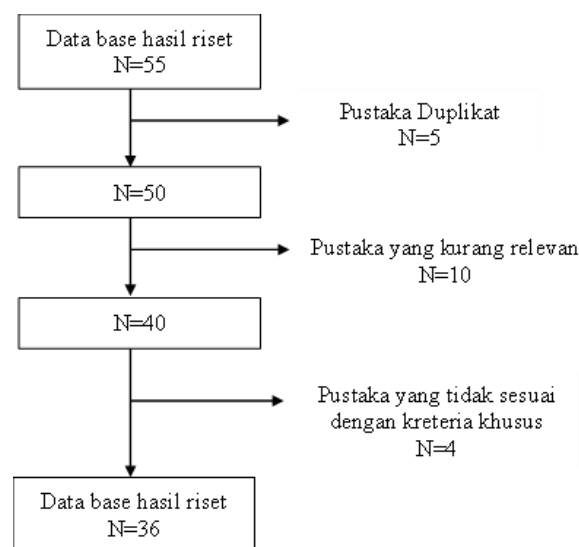
pemahaman yang lebih menyeluruh tentang bagaimana keduanya saling mempengaruhi dalam menentukan produktivitas dan kualitas susu kambing.

Faktor genetik, seperti jenis atau bangsa kambing, mempengaruhi potensi dasar produksi susu, sedangkan faktor nutrisi, termasuk kualitas pakan dan keseimbangan gizi, berperan dalam mendukung metabolisme tubuh kambing dan meningkatkan hasil produksi susu. Artikel ini bertujuan untuk meninjau faktor genetik dan nutrisi yang berkontribusi terhadap produksi susu kambing perah. Pemahaman terhadap faktor-faktor ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam Upaya peningkatan produktivitas dan kualitas susu kambing perah di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Metode Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan tinjauan literatur untuk menganalisis berbagai faktor yang memengaruhi produksi dan kualitas susu kambing. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis informasi dari berbagai sumber yang relevan dengan topik penelitian (Muwakhid dan Kalsum, 2024). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari jurnal ilmiah, buku teks, laporan penelitian, serta artikel akademik yang berkaitan dengan produksi dan kualitas produksi susu kambing. Metode.



Gambar 1. Diagram Eksklusi dan Seleksi Akhir Pustaka

memilih pustaka penelitian dibagi menjadi 3 kriteria yaitu kriteria khusus dan kriteria eksklusi. Kriteria inklusi meliputi full text artikel, menggunakan bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Kriteria khusus meliputi kambing perah, produksi susu, kualitas susu, dan bangsa kambing perah. Sedangkan kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak tersedia secara *full text*. Kata kunci yang digunakan yaitu etawa, kambing etawa, peranakan Etawa, Saanen, Saper, Anglo Nubian,

Senduro, Alpine, LaMancha, Nigerian Dwarf, Nubian, Oberhasli, Sable, Tonggenburg, Bligon, lemak, protein, abu, serat kasar, ADF, NDF, BETN, dan BK. Data dikumpulkan melalui berbagai database akademik seperti Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan Research gate. Selain itu, buku teks serta laporan penelitian dari lembaga terpercaya turut dijadikan referensi. Alur proses eksklusi dan seleksi akhir pustaka dapat dilihat pada gambar 1.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kualitatif dengan menggabungkan pendekatan deskriptif, analisis isi, dan meta-analisis naratif. Analisis deskriptif digunakan untuk merangkum informasi mengenai produksi dan kualitas susu kambing dari berbagai literatur, seperti jumlah produksi, kandungan lemak, protein, dan zat padat lainnya susu kambing perah. Selanjutnya, analisis isi dilakukan untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang berulang, seperti pengaruh bangsa kambing perah dan pakan terhadap hasil produksi susu. Mengingat data yang dianalisis bersumber dari berbagai literatur dengan perbedaan dalam metodologi, populasi, dan konteks penelitian, maka digunakan pendekatan meta-analisis naratif untuk melakukan sintesis dan interpretasi hasil secara sistematis dalam bentuk uraian naratif. Pendekatan ini memungkinkan perumusan pemahaman yang komprehensif dan integratif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi produksi dan kualitas susu kambing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Susu Kambing

Faktor genetik

Genetik merupakan faktor utama yang menentukan potensi produksi susu kambing. Seleksi terhadap individu-individu dengan produktivitas susu tinggi serta program pemuliaan yang baik dapat meningkatkan produksi susu generasi berikutnya. Beberapa studi menunjukkan bahwa kambing yang memiliki silsilah unggul mampu menghasilkan susu dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan dengan individu yang tidak memiliki rekam jejak produksi susu yang baik.

Tabel 1. menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kambing lokal dan kambing impor dalam hal potensi produksi susu per laktasi. Perbedaan ini sangat dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan,

serta manajemen pemeliharaan yang diterapkan. Kambing lokal Indonesia seperti Peranakan Etawa (PE), Sapera, Anglo Nubian, Senduro, dan Bligon memiliki produksi susu yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan kambing perah dari luar negeri. Sapera menunjukkan produksi tertinggi di antara ras lokal dengan 264,6 liter per laktasi, yang kemungkinan besar merupakan hasil dari persilangan kambing Saanen dengan Peranakan Etawa sehingga meningkatkan potensi produksinya. Peranakan Etawa (PE), yang merupakan hasil persilangan kambing Etawa dari India dengan kambing lokal Indonesia, memiliki produksi susu sekitar 154,3 liter per laktasi. Anglo Nubian dan Senduro memiliki tingkat produksi menengah, yaitu masing-masing 214,2 liter dan 196,6 liter per laktasi, sedangkan Bligon, yang merupakan kambing lokal dengan kemampuan produksi susu yang lebih rendah, hanya menghasilkan 225 liter per laktasi.

Sedangkan, kambing impor seperti Alpine, Saanen, LaMancha, Toggenburg, dan Oberhasli memiliki produksi susu yang jauh lebih tinggi. Alpine memiliki produksi tertinggi dalam tabel, mencapai 2.633 liter per laktasi, diikuti oleh Saanen dengan 2.621 liter. LaMancha, Toggenburg, dan Oberhasli juga menunjukkan produksi yang tinggi, masing-masing 2.229 liter, 2.170 liter, dan 1.935 liter per laktasi. Perbedaan ini terutama disebabkan oleh seleksi genetik yang telah dilakukan secara intensif pada kambing-kambing perah di negara-negara dengan industri peternakan maju, seperti Eropa dan Amerika.

Namun, terdapat perbedaan lain di antara kambing impor, seperti Nigerian Dwarf, yang hanya menghasilkan 771 liter per laktasi. Produksi susu yang lebih rendah ini disebabkan oleh ukuran tubuhnya yang kecil, sehingga kapasitas produksi kelenjar susunya juga lebih terbatas dibandingkan kambing perah lainnya. Sementara itu, Nubian dan Sable memiliki produksi susu menengah, yaitu 1.957 liter dan 2.313 liter per laktasi.

Tabel 1. Jumlah produksi susu kambing berdasarkan bangsanya

No	Bangsa	Rata-rata produksi susu / Laktasi	Sumber
1	Peranakan Etawa	154,3	(Sumarmono 2022)
2	Sapera	264,6	(Sumarmono 2022)
3	Anglo Nubian	214,2	(Sumarmono 2022)
4	Senduro	196,6	(Sumarmono 2022)
5	Alpine	2.633	(Goat n.d.)
6	LaMancha	2.229	(Goat n.d.)
7	Nigerian Dwarf	771	(Goat n.d.)
8	Nubian	1.957	(Goat n.d.)
9	Oberhasli	1.935	(Goat n.d.)
10	Saanen	2.621	(Goat n.d.)
11	Sable	2.313	(Goat n.d.)
12	Toggenburg	2.170	(Goat n.d.)
13	Bligon	225	(Nugraha, Murti, and Novitasari 2023)
14	Etawa	228,16	(Sodiq and Abidin 2008)

Perbedaan produksi susu antar ras ini disebabkan oleh faktor genetik, lingkungan, dan sistem manajemen pemeliharaan. Faktor genetik berperan penting dalam menentukan potensi produksi susu, di mana kambing perah impor telah mengalami seleksi genetik yang lebih ketat untuk meningkatkan produktivitasnya. Lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan ketinggian tempat juga mempengaruhi produksi susu, karena kambing yang berasal dari daerah beriklim sedang (seperti Saanen dan Alpine) mungkin mengalami stres panas jika dipelihara di daerah tropis, yang berakibat pada penurunan produksi susu. Selain itu, manajemen pemeliharaan, termasuk pemberian pakan berkualitas tinggi, sanitasi kandang, serta teknik pemerahan yang baik, sangat menentukan hasil produksi susu.

Dengan demikian, pemilihan ras kambing harus disesuaikan dengan tujuan usaha peternakan serta ketersediaan sumber daya lokal. Jika peternakan bertujuan untuk produksi susu dalam skala besar, maka penggunaan ras impor seperti Saanen dan Alpine lebih disarankan, meskipun membutuhkan investasi lebih dalam aspek pemeliharaan. Sebaliknya, jika tujuan peternakan lebih berorientasi pada adaptasi

lingkungan dan efisiensi pakan, maka penggunaan ras lokal seperti Peranakan Etawa atau Sapera bisa menjadi pilihan yang lebih sesuai.

Berdasarkan tabel 2. Komposisi susu kambing bervariasi berdasarkan faktor genetik dari masing-masing bangsa, yang mempengaruhi kandungan total solid, protein, lemak, kadar abu, dan laktosa. Total solid, yang mencerminkan jumlah zat padat dalam susu, menunjukkan bahwa kambing Senduro memiliki kadar tertinggi (14,30%), diikuti oleh Sapera (13,68%), sedangkan Alpine memiliki kadar terendah (9,95%) (Arisani et al., 2022; Zeng et al., 1997; Sumarno et al., 2011). Kandungan protein susu, yang berperan penting dalam pembentukan jaringan tubuh dan metabolisme, juga bervariasi, di mana Senduro memiliki kadar tertinggi (3,74%), sedangkan Alpine memiliki kadar terendah (2,79%) (Arisani et al., 2022; Zeng et al., 1997).

Kandungan lemak susu, yang menentukan kekayaan rasa serta daya guna dalam pembuatan produk olahan seperti keju, menunjukkan bahwa kambing Senduro memiliki kadar tertinggi (6,40%), sementara Alpine memiliki kadar terendah (2,46%) (Arisani et al. 2022); Zeng et al., 1997).

Tabel 2. Komposisi susu kambing berdasarkan bangsa

No	Bangsa kambing	Komponen (%)					Sumber
		Total solid	Protein	Lemak	Kadar Abu	Laktosa	
1	Peranakan Etawa	13,67	3,60	3,60	3,60	n/a	(Sumarno et al. 2011)
2	Sapera	13,68	3,02	5,01	n/a	4,94	(Sumarno et al. 2011)
3	Peranakan Etawah x Anglo Nubian	13,17	2,98	4,88	n/a	4,97	(Sumarno et al. 2011)
4	Senduro	14,30	3,74	6,40	n/a	3,56	(Arisani et al. 2022)
5	Alpine	9,95	2,79	2,46	n/a	4,17	(Zeng et al. 1997)
6	LaMancha	n/a	3,29	3,80	n/a	n/a	(Casoli et al. 1989)
7	Saanen	n/a	3,02	3,52	n/a	n/a	(Casoli et al. 1989)
8	Nubian	n/a	3,02	3,52	n/a	n/a	(Casoli et al. 1989)
9	Toggenburng	n/a	3,01	3,35	n/a	n/a	(Casoli et al. 1989)

Perbedaan ini mengindikasikan bahwa bangsa kambing dengan kadar lemak tinggi lebih cocok untuk industri pengolahan susu berbasis produk fermentasi. Kadar abu, yang mencerminkan kandungan mineral dalam susu, hanya tersedia untuk beberapa bangsa dan menunjukkan bahwa Peranakan Etawa memiliki kadar abu sebesar 3,60%, yang mengindikasikan kandungan mineral yang cukup tinggi (Sumarno et al. 2011).

Sedangkan, laktosa, sebagai karbohidrat utama dalam susu yang berperan dalam memberikan rasa manis serta memengaruhi kemudahan pencernaan, ditemukan dalam kadar tertinggi pada kambing Sapera (4,94%), sedangkan Senduro memiliki kadar terendah (3,56%) (Arisani et al., 2022; Sumarno et al., 2011). Hal ini menunjukkan bahwa susu dari bangsa kambing dengan kadar laktosa tinggi lebih sesuai untuk konsumsi manusia karena memiliki rasa yang lebih manis dan lebih mudah dicerna dibandingkan susu dengan kadar laktosa lebih rendah.

Secara keseluruhan, hasil analisis komposisi susu dari berbagai bangsa kambing

menunjukkan bahwa Senduro memiliki komposisi gizi paling tinggi, dengan kadar total solid, protein, dan lemak yang lebih unggul dibandingkan bangsa lainnya. Sementara itu, Alpine menghasilkan susu dengan komposisi paling encer, yang menunjukkan kandungan nutrisi yang lebih rendah. Sapera dan Peranakan Etawa memiliki keseimbangan kandungan nutrisi yang cukup baik, dengan laktosa tinggi yang menjadikan susunya lebih disukai untuk konsumsi langsung. Dengan demikian, pemilihan bangsa kambing untuk produksi susu harus mempertimbangkan karakteristik genetik serta tujuan penggunaan, baik untuk konsumsi segar maupun pengolahan produk susu berbasis fermentasi (Arisani et al., 2022; Zeng et al., 1997; Sumarno et al., 2011; Casoli et al., 1989).

Faktor nutrisi

Menurut Ensminger (2002), produksi susu dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah aspek pemberian pakan dan air minum. Pakan yang diberikan kepada kambing harus mampu memenuhi kebutuhan

Tabel 3. Komposisi kimia pakan ternak.

No	Jenis Pakan	Kandungan %											Sumber
		BK	Abu	PK	LK	SK	ADF	NDF	Lignin	BTEN	TDN	Ca	
1	Indigofera	21,97	6,41	24,1	6,15	17,83	44,69	54,24	-		-	-	Solikhah & Abdullah, 2020
2	Lamtoro	-	3,87	32,0	2,66	20,45	23,05	33,44	4,97	40,98	-	-	Hambakodu et al., 2020
3	Turi	-	7,34	31,29	7,57	27,88	-	-	-	28,02	-	-	Aryani & Susilowati, 2018
4	Gamal	-	3,88	25,39	3,96	-	25,02	37,88	7,69	22,43	-	-	Hambakodu et al., 2020
5	Kaliandra		3,72	25,96	0,82	34,37	38,74	51,19	21,63	35,13	-	-	Hambakodu et al., 2020
6	Rumput odot	13,55	14,45	14,35	2,72	28,1	-	-	-	-	63,98	-	Solikhah & Abdullah, 2020
7	Rumput lapangan	24,22	-	8,29	0,87	25,14	-	-	-	50,87	50,76	-	Fadja et al., 2023
8	Rumput Gajah			14,26	-	-	34,57	63,53	-	-	-	-	Lestari et al., 2023
9	Ampas Tahu	10,75	-	30,30	4,90	25,14	-	-	-	32,50	77,90	-	Tamara et al., 2024
10	Dedak padi	87,70	-	11,46	5,10	15,08	-	-	-	36,33	67,90	-	Mila & Sudarma, 2021

dasar untuk mempertahankan kehidupan dan mendukung proses reproduksi. Selain itu, jumlah pakan yang dikonsumsi bergantung pada berbagai faktor fisiologis, seperti tahap pertumbuhan, kondisi kebuntingan, masa laktasi, ras, serta kapasitas produksi ternak (Gall, 1981).

Nutrisi berperan penting dalam menentukan kualitas dan kuantitas susu yang dihasilkan. Kambing membutuhkan pakan yang kaya akan protein, energi, mineral, dan vitamin untuk mendukung produksi susu yang optimal. Ransum yang seimbang, termasuk hijauan berkualitas dan pakan konsentrat, sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi kambing perah. Defisiensi nutrisi dapat menyebabkan penurunan produksi susu secara signifikan.

Pakan sumber protein

Sumber protein dari pakan hijauan yang baik untuk kambing perah mencakup

beberapa jenis tanaman yang memiliki kandungan protein tinggi serta mudah dicerna oleh ternak. Protein kasar (PK) merupakan nutrisi esensial dalam ransum kambing perah karena berperan dalam sintesis protein susu, pertumbuhan mikroba rumen, dan efisiensi metabolisme nutrisi. Ketersediaan protein yang cukup dalam pakan sangat penting untuk meningkatkan produksi susu, menjaga kualitas kandungan proteinnya, serta memastikan kesehatan ternak selama masa laktasi (Langgajani, Maranatha, and Noach 2024). Protein yang dikonsumsi oleh kambing akan didegradasi dalam rumen dan digunakan oleh mikroba untuk membentuk protein mikroba, yang selanjutnya diserap di usus halus dan dimanfaatkan untuk produksi susu (MSI et al. 2024). Jika kandungan protein dalam pakan tidak mencukupi, produksi susu dapat menurun, kandungan protein dalam susu menjadi rendah, serta terjadi gangguan metabolisme yang dapat menyebabkan

penurunan bobot tubuh akibat pemecahan protein dari otot ternak (Siska and Anggrayni 2021).

Beberapa jenis pakan hijauan mengandung protein tinggi dan sangat baik untuk meningkatkan produksi susu kambing perah. Lamtoro (PK: 32,0%; Hambakodu et al., 2020) dan Turi (PK: 31,29%; Aryani & Susilowati, 2018) merupakan hijauan leguminosa yang memiliki kadar protein tinggi, sehingga sangat cocok diberikan kepada kambing perah dalam fase laktasi. Pakan ini berkontribusi terhadap peningkatan produksi susu serta mempertahankan bobot tubuh induk selama masa laktasi. Menurut Hambakodu et al., (2020), pemberian Lamtoro dalam ransum kambing perah dapat meningkatkan kadar protein dalam susu dibandingkan dengan pakan berbasis rumput biasa. Selain itu, Indigofera (PK: 24,1%; Solikah & Abdullah, 2020) dan Kaliandra (PK: 25,96%; Hambakodu et al., (2020) juga merupakan sumber protein yang baik. Indigofera memiliki kandungan protein yang sebanding dengan konsentrat komersial dan mengandung beta-karoten serta mineral esensial yang berperan dalam peningkatan kualitas susu. Kaliandra, meskipun mengandung tanin dalam jumlah cukup tinggi, tetap dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein alternatif jika dikombinasikan dengan hijauan lain untuk menyeimbangkan ketersediaan nutrisi dalam ransum (Hambakodu et al. 2020).

Selain hijauan, sumber protein dari limbah industri seperti ampas tahu (PK: 30,30%; Tamara et al., (2024) juga dapat digunakan sebagai pakan tambahan dalam ransum kambing perah. Ampas tahu memiliki kandungan protein yang tinggi dan rendah serat, sehingga lebih mudah dicerna oleh ternak. Menurut penelitian Tamara et al., (2024), pemberian ampas tahu dalam pakan kambing perah dapat meningkatkan kandungan protein dalam susu hingga 15% lebih tinggi dibandingkan dengan pakan berbasis hijauan saja. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan protein yang lebih mudah

diserap dan dimanfaatkan dalam sintesis susu. Oleh karena itu, ampas tahu dapat menjadi pilihan ekonomis sebagai pakan tambahan untuk meningkatkan produksi susu tanpa harus mengandalkan pakan komersial yang lebih mahal.

Pada fase laktasi awal (0–60 hari setelah beranak), kebutuhan protein dalam pakan sangat tinggi karena ternak harus memproduksi susu dalam jumlah besar sambil mempertahankan keseimbangan energi tubuhnya (MSI et al. 2024). Jika ransum yang diberikan memiliki kandungan protein di bawah 18%, produksi susu dapat menurun drastis, bobot tubuh induk bisa berkurang, dan efisiensi reproduksi juga akan menurun. Oleh karena itu, pada fase ini sangat disarankan untuk memberikan hijauan berkadar protein tinggi seperti Lamtoro, Turi, dan Indigofera, serta menambahkan pakan energi seperti ampas tahu atau dedak padi guna memastikan keseimbangan nutrisi.

Dampak dari kekurangan protein dalam pakan kambing perah bisa sangat merugikan. Produksi susu menurun, kandungan protein dalam susu berkurang, serta bobot tubuh induk berkurang akibat pemecahan cadangan protein tubuh untuk kebutuhan metabolisme. Selain itu, siklus estrus menjadi tidak teratur, yang berdampak pada penurunan tingkat kebuntingan. Sebaliknya, jika protein diberikan secara berlebihan, hal ini bisa menyebabkan pemborosan nutrisi karena kelebihan protein tidak seluruhnya dimanfaatkan oleh tubuh dan akan diekskresikan melalui urin dalam bentuk nitrogen (Langgajangi et al. 2024). Kelebihan protein juga dapat meningkatkan risiko gangguan pencernaan akibat peningkatan kadar asam dalam rumen serta meningkatkan konsumsi air karena tubuh memerlukan lebih banyak cairan untuk mengeluarkan kelebihan nitrogen.

Dengan demikian, pemberian pakan yang mengandung protein dalam jumlah cukup sangat penting untuk produksi susu yang optimal. Hijauan seperti Lamtoro, Turi,

Indigofera, dan Kaliandra dapat digunakan sebagai sumber protein utama, sementara ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai pakan tambahan untuk meningkatkan efisiensi ransum. Kombinasi antara hijauan tinggi protein dan sumber energi seperti dedak padi juga sangat disarankan agar keseimbangan nutrisi tetap terjaga. Dengan manajemen pakan yang baik, produksi susu kambing perah dapat ditingkatkan secara optimal tanpa menyebabkan gangguan kesehatan pada ternak. Kandungan protein kasar dari pakan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Pakan sumber lemak

Lemak kasar (LK) dalam pakan memiliki peran penting dalam meningkatkan kadar lemak susu serta efisiensi energi metabolisme pada kambing perah. Kandungan lemak dalam pakan tidak hanya memengaruhi produksi susu secara keseluruhan, tetapi juga menentukan kualitas susu, termasuk tekstur, rasa, dan nilai gizinya (Zhang et al. 2025). Kadar lemak yang cukup dalam ransum memungkinkan ternak mendapatkan energi yang lebih tinggi untuk mempertahankan produksi susu yang optimal, terutama dalam kondisi stres laktasi. Selain itu, asam lemak yang terkandung dalam pakan berperan dalam sintesis lemak susu, yang berkontribusi pada kualitas produk olahan seperti keju dan yoghurt (Prosser 2021).

Beberapa jenis pakan hijauan memiliki kandungan lemak kasar yang cukup tinggi dan dapat membantu meningkatkan kadar lemak susu kambing perah. Turi (LK: 7,57%; Aryani & Susilowati, (2018) dan Indigofera (LK: 6,15%; Solikah & Abdullah, (2020) merupakan hijauan leguminosa yang kaya akan lemak dan berpotensi meningkatkan kadar lemak dalam susu. Menurut Aryani & Susilowati, (2018), pemberian Turi dalam ransum kambing perah dapat meningkatkan kandungan lemak dalam susu hingga 0,5% lebih tinggi dibandingkan dengan pakan berbasis rumput biasa. Hal ini disebabkan oleh kandungan asam lemak

dalam leguminosa yang lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh ternak. Indigofera juga memiliki kandungan lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan rumput biasa, sehingga sangat baik untuk meningkatkan kualitas susu, terutama dalam hal rasa dan tekstur.

Sedangkan, beberapa jenis hijauan seperti Rumput Odot (LK: 2,72%; Solikah & Abdullah, (2020) dan Rumput Gajah memiliki kadar lemak yang lebih rendah. Meskipun rumput-rumput ini kaya akan serat dan dapat meningkatkan produksi susu secara keseluruhan, kandungan lemak yang rendah menyebabkan perlunya kombinasi dengan pakan lain yang lebih kaya lemak, seperti biji-bijian atau limbah industri pertanian seperti ampas tahu. Pakan tambahan seperti ampas tahu mengandung lemak yang cukup untuk menyeimbangkan kebutuhan energi dan meningkatkan kadar lemak dalam susu (Tamara et al. 2024). Menurut Roque-Jiménez et al., (2021), suplementasi lemak dalam pakan dapat meningkatkan efisiensi produksi lemak susu, terutama dalam sistem pemeliharaan intensif yang mengandalkan hijauan dengan kadar lemak rendah.

Selain berkontribusi terhadap kadar lemak dalam susu, lemak dalam pakan juga berperan dalam menentukan konsistensi dan rasa susu kambing. Susu dengan kadar lemak lebih tinggi umumnya memiliki tekstur yang lebih kental dan rasa yang lebih gurih, yang sangat diinginkan dalam industri pengolahan susu, terutama untuk produk seperti keju dan yoghurt (Rahmaniar et al. 2021). Dengan demikian, manajemen pakan yang tepat dengan memperhatikan keseimbangan lemak dalam ransum sangat penting untuk menghasilkan susu kambing dengan kualitas optimal, baik dalam hal kandungan lemak maupun karakteristik sensorisnya. Kandungan lemak kasar dari pakan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Serat kasar (SK), ADF, dan NDF

Serat kasar (SK), Acid Detergent Fiber (ADF), dan Neutral Detergent Fiber (NDF)

memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan rumen dan efisiensi pencernaan pada kambing perah. Serat berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroba rumen dan membantu pergerakan pakan dalam saluran pencernaan, tetapi kandungan serat yang terlalu tinggi dapat menurunkan konsumsi pakan dan produksi susu karena waktu fermentasi yang lebih lama dalam rumen (Lourencon et al. 2024). ADF mengacu pada fraksi serat yang sulit dicerna seperti lignin dan selulosa, sedangkan NDF mencakup seluruh fraksi serat yang memengaruhi kecepatan pencernaan dan konsumsi pakan (Tajaddini et al. 2021)(Mertens, 1997).

Beberapa jenis hijauan memiliki kandungan serat yang tinggi, seperti Rumput Gajah (SK: 34,57%; Lestari et al., (2023) dan Kaliandra (SK: 34,37%; (Hambakodu et al. 2020). Kandungan serat yang tinggi ini penting untuk menjaga fungsi rumen dan mencegah gangguan pencernaan seperti asidosis, tetapi jika diberikan dalam jumlah berlebihan, dapat menurunkan konsumsi pakan dan menghambat produksi susu karena rendahnya kecernaan (Septian 2023). Serat yang terlalu tinggi dalam ransum juga dapat memperpanjang waktu retensi pakan di dalam rumen, sehingga mengurangi efisiensi konversi pakan menjadi energi untuk produksi susu (Wang et al. 2023).

Sebaliknya, pakan dengan kandungan serat yang lebih rendah seperti Ampas Tahu (SK: 25,14%; Tamara et al., (2024) dan Dedak Padi (SK: 15,08%; Mila & Sudarma, (2021) lebih mudah dicerna dan memberikan energi yang lebih cepat tersedia bagi kambing perah. Dedak padi, misalnya, memiliki kandungan serat yang cukup rendah tetapi tinggi akan energi metabolisme, sehingga sering digunakan sebagai pakan tambahan untuk meningkatkan efisiensi pencernaan (Mila and Sudarma 2021). Menurut Tamara et al., (2024), penggunaan ampas tahu dalam ransum kambing perah dapat meningkatkan efisiensi pencernaan karena kandungan seratnya yang tidak terlalu tinggi, sehingga

memungkinkan pakan difermentasi lebih cepat dalam rumen.

Kombinasi antara hijauan berkadar serat tinggi dengan pakan tambahan rendah serat seperti dedak padi atau ampas tahu merupakan strategi yang baik untuk meningkatkan efisiensi pencernaan dan mendukung produksi susu yang lebih tinggi. Dengan pengaturan serat yang tepat dalam ransum, keseimbangan antara kesehatan rumen dan ketersediaan energi untuk produksi susu dapat dipertahankan secara optimal. Kandungan Serat Kasar (SK), ADF, dan NDF dari pakan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Energi dan total digestible nutrients (TDN) Energi dalam pakan sangat penting bagi kambing perah, terutama dalam mendukung metabolisme laktasi dan mempertahankan kondisi tubuh selama masa produksi susu. Salah satu parameter utama dalam menilai kandungan energi dalam pakan adalah Total Digestible Nutrients (TDN), yang mencerminkan jumlah energi yang dapat dicerna dan dimanfaatkan oleh ternak (Hassanien et al. 2025). Kebutuhan energi yang tidak terpenuhi dapat menyebabkan penurunan produksi susu, berkurangnya berat badan induk, serta gangguan reproduksi akibat ketidakseimbangan energi (Rokhayati 2010).

Beberapa jenis pakan memiliki nilai TDN yang tinggi, seperti Dedak Padi (TDN: 67,90%; Mila & Sudarma, (2021) dan Ampas Tahu (TDN: 77,90%; Tamara et al., (2024). Pakan ini sangat baik untuk meningkatkan efisiensi produksi susu karena mengandung energi yang mudah dicerna dan dapat langsung dimanfaatkan untuk metabolisme laktasi. Menurut Tamara et al., (2024), suplementasi ampas tahu dalam ransum kambing perah dapat meningkatkan produksi susu secara signifikan karena tingginya nilai TDN yang berkontribusi terhadap keseimbangan energi positif dalam tubuh ternak. Dedak padi juga merupakan sumber energi yang baik, terutama ketika dikombinasikan dengan

hijauan berkualitas tinggi seperti lamtoro atau turi untuk menghasilkan ransum yang lebih seimbang (Mila and Sudarma 2021).

Sedangkan, beberapa jenis hijauan seperti Rumput Lapangan (TDN: 50,76%; Fadja et al., (2023) memiliki nilai energi lebih rendah. Rumput dengan TDN yang rendah tidak dapat sepenuhnya memenuhi kebutuhan energi kambing perah, sehingga perlu dikombinasikan dengan sumber pakan yang lebih kaya energi seperti dedak padi atau lamtoro agar dapat meningkatkan produksi susu secara optimal (Fadja et al. 2023). Apabila hanya mengandalkan hijauan dengan nilai energi rendah, kambing perah mungkin mengalami defisit energi, yang berujung pada penurunan bobot tubuh dan produksi susu yang lebih rendah.

Dengan demikian, keseimbangan antara serat dan energi dalam ransum sangat penting untuk memastikan efisiensi pencernaan serta produksi susu yang optimal. Pakan berkadar serat tinggi seperti Rumput Gajah dan Kaliandra dapat dikombinasikan dengan pakan energi tinggi seperti dedak padi dan ampas tahu untuk mencapai keseimbangan nutrisi yang ideal. Strategi pemberian pakan ini tidak hanya meningkatkan produktivitas kambing perah tetapi juga menjaga kesehatan pencernaan dan performa laktasi secara keseluruhan. Kandungan Energi dan Total Digestible Nutrients (TDN) dari pakan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Kandungan bahan kering sumber pakan

Bahan Kering (BK) dalam pakan memiliki peran penting dalam menentukan tingkat konsumsi pakan, efisiensi pencernaan, serta ketersediaan energi dan protein bagi kambing perah. Kandungan BK yang cukup dalam ransum memungkinkan ternak mendapatkan nutrisi optimal yang dibutuhkan untuk mempertahankan produksi susu yang stabil dan berkualitas (Dama et al. 2025). Pakan dengan BK tinggi lebih kaya akan energi dan protein, yang berkontribusi langsung terhadap produksi susu. Sebaliknya, BK yang terlalu

rendah dapat menyebabkan konsumsi pakan meningkat tetapi tanpa peningkatan efisiensi metabolisme, sehingga produksi susu dapat terhambat (Adiwinarta 2021).

Beberapa jenis pakan hijauan memiliki kandungan BK yang bervariasi, yang memengaruhi tingkat konsumsi dan daya cerna. Dedak padi memiliki BK tertinggi (87,70%; Mila & Sudarma, (2021), yang menjadikannya pakan padat nutrisi dan baik sebagai sumber energi. Namun, kandungan BK yang terlalu tinggi dapat membatasi konsumsi air, sehingga pakan dengan BK sedang seperti Indigofera (21,97%; Solikah & Abdullah, (2020) dan Rumput Lapangan (24,22%; Fadja et al., (2023) sering digunakan dalam kombinasi dengan dedak padi untuk keseimbangan nutrisi.

Sebaliknya, pakan dengan BK rendah seperti Ampas Tahu (10,75%; Tamara et al., (2024) dan Rumput Odot (13,55%; Solikah & Abdullah, 2020) memiliki kadar air tinggi, yang dapat meningkatkan palatabilitas tetapi kurang efektif dalam mendukung produksi susu yang tinggi karena kandungan nutrisinya lebih encer. Menurut penelitian Tamara et al. (2024), kambing perah yang diberi ransum dengan BK kurang dari 15% mengalami penurunan produksi susu hingga 10% dibandingkan dengan pakan yang memiliki BK lebih tinggi. Selain itu, kombinasi pakan dengan BK sedang dan tinggi lebih disarankan untuk menjaga keseimbangan nutrisi, sehingga kambing tetap mendapatkan energi dan protein yang cukup tanpa mengorbankan konsumsi pakan yang optimal (Roque-Jiménez et al. 2021). Kandungan bahan kering dari pakan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Kadar abu

Kandungan abu dalam pakan merupakan indikator jumlah mineral yang tersedia bagi kambing perah, termasuk kalsium, fosfor, magnesium, dan kalium, yang berperan dalam metabolisme, pertumbuhan, serta produksi susu. Mineral dalam abu tidak hanya mendukung produktivitas susu, tetapi juga

berperan dalam struktur kasein yang menentukan daya simpan serta karakteristik sensoris susu, seperti tekstur dan rasa. Pakan dengan kandungan abu tinggi, seperti Rumput Odot (14,45%; Solikah & Abdullah, (2020) dan Turi (7,34%; Aryani & Susilowati, (2018), diketahui mampu meningkatkan produksi susu kambing perah karena menyediakan mineral esensial yang cukup untuk mendukung metabolisme tubuh ternak. Sebaliknya, pakan dengan kandungan abu lebih rendah, seperti Kaliandra (3,72%; Hambakodu et al., (2020) dan Gamal (3,88%; Hambakodu et al., (2020), perlu dikombinasikan dengan hijauan lain yang lebih kaya mineral atau diberikan suplementasi tambahan agar kebutuhan mineral ternak tetap terpenuhi.

Salah satu mineral utama dalam abu yang sangat penting bagi produksi susu adalah kalsium. Kalsium merupakan komponen utama dalam kasein, yang berkontribusi terhadap stabilitas dan kualitas susu, terutama dalam pembuatan produk olahan seperti keju dan yoghurt. Selain itu, kalsium juga berperan dalam menjaga kesehatan tulang, fungsi otot, serta mencegah gangguan metabolisme seperti hipokalsemia atau milk fever, yang sering terjadi pada kambing perah dengan produksi susu tinggi. Ketersediaan kalsium yang cukup dalam ransum ternak dapat meningkatkan produksi susu hingga 12-20% dibandingkan dengan pakan yang miskin kalsium (Rahmaniar et al. 2021). Pakan dengan kandungan abu tinggi, seperti Rumput Odot dan dedak padi, umumnya memiliki kandungan kalsium yang lebih tinggi, sehingga lebih efektif dalam menunjang produksi susu yang optimal. Sebaliknya, pakan dengan abu rendah memiliki kandungan mineral yang lebih sedikit, sehingga perlu adanya tambahan sumber kalsium seperti batu kapur atau suplemen Ca/P untuk menyeimbangkan kebutuhan mineral dalam ransum.

Manajemen pakan yang memperhatikan keseimbangan abu dan kalsium sangat penting dalam meningkatkan produksi serta kualitas

susu kambing perah. Kombinasi hijauan kaya mineral, seperti Rumput Odot dan Turi, dengan sumber energi seperti dedak padi dan ampas tahu dapat menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi susu serta memperbaiki karakteristik fisik dan sensoris susu. Dengan pemberian pakan yang tepat, susu kambing perah tidak hanya memiliki volume produksi yang lebih tinggi, tetapi juga kualitas yang lebih baik, terutama dalam hal kestabilan kasein dan kandungan mineral yang mendukung kesehatan ternak serta mutu produk olahan susu.

KESIMPULAN

Produksi susu kambing dipengaruhi oleh genetik dan nutrisi. Kambing impor seperti Alpine dan Saanen menghasilkan susu lebih banyak dibandingkan ras lokal karena seleksi genetik dan manajemen yang baik. Komposisi susu bervariasi, dengan Senduro unggul dalam total solid, protein, dan lemak. Nutrisi juga berperan penting; pakan tinggi protein (lamtoro, turi), lemak (turi, indigofera), dan energi (dedak padi, ampas tahu) mendukung produksi. Kombinasi serat dan bahan kering yang seimbang penting agar pencernaan optimal. Manajemen pakan yang tepat menjadi kunci dalam menjaga produksi dan kesehatan ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwimarta, dan I. S. Kustantinah. 2021. Nutrisi Ruminansia: Kepentingan Energi Dan Protein. UGM Press.
- Arisani, N., S. Wulandari, N. Nurkholis, dan T. M. Syahniar. 2022. Perbandingan produktivitas Kambing Peranakan Etawa dan Kambing Senduro. Conference of Applied Animal Science Proceeding Series, 3(1):53-61.
- Aryani, A., dan T. Susilowati. 2018. Pemanfaatan daun turi (*Sesbania grandiflora*) yang difermentasi dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan ikan mas

- (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1):1–9.
- Astuti, P., H. Surti, dan N. E. Sukarini. 2017. Produksi dan komposisi susu Kambing Peranakan Ettawa melalui pemberian ekstrak meniran. *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 1(2):82–87.
- Casoli, C., E. Duranti, L. Morbidini, F. Panella, and V. Vizioli. 1989. Quantitative and compositional variations of massese sheep milk by parity and stage of lactation. *Small Ruminant Research*, 2(1):47–62.
- Dama, N., S. Komansilan, S. E. Sakul, F. Ratulangi, J. Soputan, and N. Lontaan. 2025. Kualitas kimia susu sapi perah di UPT pembibitan ternak dan hijauan pakan ternak rembangan Kabupaten Jember (Jawa Timur). *ZOOTEC*, 45(1):82–88.
- Fadjra, N., T. Astuti, S. A. Akbar, F. Basyirun, dan R. M. Sari. 2023. Pengaruh substitusi rumput lapangan dengan limbah serai wangi terhadap kandungan bahan kering, bahan organik, dan protein kasar sebagai bahan pakan ternak ruminansia. *Jurnal Peternakan Mahaputra*, 4(1):138–46.
- Giordan, E. 2020. Peptida bioaktif kasein susu kambing sebagai agen antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Agroindustri Halal*, 6(1):28–38.
- Goat, Dairy. n.d. *Agricultural*, 1–8.
- Hambakodu, M., A. Kaka, dan Y. T. Ina. 2020. Kajian in vitro pencernaan fraksi serat hijauan tropis pada media cairan rumen kambing. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis*, 7(1):29.
- Hassanien, H., M. A. El-Fadel, M. El-Badawy, Y. Phillip, A. Hussein, A. Khayyal, M. Elmenniawy, H. A. El-Sanafawy, M. A. Radwan, and G. B. Rodríguez. 2025. Dietary inclusion of *Tenebrio molitor* L. Frass Affects nutrient digestibility, ruminal fermentation activities, blood metabolites, and milk performance in goats. *Journal of Agriculture and Food Research*, 101727.19.(1):1–7.
- Langgajanji, V. D., G. Maranatha, dan Y. R. Noach. 2024. Efek pemberian pakan komplit berbasis silase campuran sorghum dan daun gamal pada level berbeda terhadap konsumsi, pencernaan protein kasar dan serat kasar ternak Kambing Lokal Betina. *Animal Agricultura*, 1(3):230–40.
- Lestari, R. H., D. Ramadani, S. Sema, D. D. Amaliah, dan T. Tahyul. 2023. Kandungan protein kasar, ADF dan NDF rumput gajah pasca pemberian pupuk organik cair (urin kambing dan limbah buah). *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak Dan Tanaman*, 11(2):73–77.
- Lourencon, R. V., A. K. Patra, Luana P. S. Ribeiro, R. Puchala, W. Wang, T. A. Gipson, and A. L. Goetsch. 2024. Effects of the level and source of dietary physically effective fiber on feed intake, nutrient utilization, heat energy, Ruminal Fermentation, and Milk Production by Alpine Goats. *Animal Nutrition*, 17:312–24.
- Mila, J. R., and I. M. A. Sudarma. 2021. Analisis kandungan nutrisi dedak padi sebagai pakan ternak dan pendapatan usaha penggilingan padi di Umalulu, Kabupaten Sumba Timur. *Buletin Peternakan Tropis*, 2(2):90–97.
- Adriani, I. R. M. Afdal, Darlis, Yurleni, dan Z. Elymaizal. 2024. *Ilmu Kambing Perah*. Mega Press Nusantara.
- Muwakhid, B., dan U. Kalsum. 2024. Literature review: Faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi pakan (feed intake) sapi perah. *Indonesian Research Journal on Education*, 4(2):912–16.
- Nugraha, W. T., T. W. Murti, and I. S. Novitasari. 2023. Physical performance, milk production and milk quality of bligon goat as dairy goat. *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing, 2765 (1).
- Prosser, C. G. 2021. Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. *Journal of Food Science*, 86(2):257–65.
- Rahmaniar, R. P., D. W. N. Aini, R. Widyawati, and A. Mardjianto. 2021. Perbedaan kadar protein, kadar lemak dan nilai PH susu sapi pada daerah dataran tinggi dan dataran

- rendah di Kabupaten Jombang. *Jurnal Sains Peternakan*, 9(2):100–103.
- Rokhayati, U. A. 2010. Pengaruh suplementasi energi dan undegraded protein terhadap produksi susu sapi perah Friesian Holstein. *Jurnal Inovasi*, 7(2):33-43.
- Roque-Jiménez, J. Alejandro, M. Rosa-Velázquez, J. Manuel Pinos-Rodríguez, J. G. Vicente-Martínez, G. Mendoza-Cervantes, A. Flores-Primo, H. A. Lee-Rangel, and A. E. Relling. 2021. Role of long chain fatty acids in developmental programming in ruminants. *animals*, 11(3):762.
- Selviana, L. L., A. Hakim, T. F. Rayani, Y. Resti, and B. N. Halimah. 2024. Produksi dan kualitas susu sapi perah Peranakan Friesian Holstein (PFH) di KUD Giri Tani Cisarua Bogor. *Ternak Tropika*, 25(2):172–81.
- Septian, M. H.. 2023. Pengaruh umur panen terhadap kandungan protein kasar, serat kasar, dan produksi protein kasar hijauan pakan fodder jagung yang diberi air cucian beras sebagai hara utama. *JANHUS: Jurnal Ilmu Peternakan*, 7(2):82–90.
- Sholeh, M. I., S. Sulastri, A. Qisthon, and A. Husni. 2021. Kualitas susu kambing Peranakan Etawa pada berbagai periode laktasi ditinjau dari sifat fisik (Studi kasus di Peternakan Kambing Perah Telaga Rizky, Yosodadi, Kota Metro). *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan*, 5(3):157–67.
- Sinthary, V., and M. J. Arief. 2023. Peptida bioaktif kasein susu kambing sebagai sumber antimikroba dan antioksidan: Review: bioactive peptide from goat's milk casein as a source of antimicrobial and antioxidant. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 5(3):444–57.
- Siska, I., and Y. L. Anggrayni. 2021. Hubungan konsumsi protein kasar terhadap total protein darah dan kandungan protein susu Kambing Peranakan Ettawa (PE). *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 21(2):102–108.
- Sodiq, A., dan Z. Abidin. 2008. Meningkatkan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawa. *AgroMedia*.
- Solikah, A. R., dan L. Abdullah. 2020. Potensi pengembangan tanaman hijauan Indigofera sebagai pakan ternak di Desa Karanggatak Kabupaten Boyolali. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(3):316–20.
- Sumarmono, J. 2022. Current goat milk production, characteristics, and utilization in Indonesia. P. 12082 in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 1041(2022): 12082.
- Sumarno, L., D. Mangunwidjaja, A. M. Fauzi, K. Syamsu, N. S. Indrasti, and B. Prasetya. 2011. Ability of *Lactobacillus plantarum* JR64 isolated from noni juice in lowering cholesterol in vivo. *International Journal of Science and Engineering*, 2(1):17–21.
- Tajaddini, M. A., O. Dayani, A. Khezri, R. Tahmasbi, and M. M. Sharifi-Hoseini. 2021. Production efficiency, milk yield, and milk composition and fatty acids profile of lactating goats feeding formaldehyde-treated canola meal in two levels of dietary crude protein. *Small Ruminant Research*, 204 (2021):106519.
- Tamara, N. Y., R. Sutrisna, L. Liman, and E. Erwanto. 2024. Pengaruh komposisi campuran tongkol jagung dan ampas tahu terhadap kandungan lemak kasar, abu, BETN, dan TDN produk fermentasinya. *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan*, 8(2):291–99.
- Wang, X., F. Li, N. Zhang, E. Ungerfeld, L. Guo, X. Zhang, M. Wang, and Z. Ma. 2023. Effects of supplementing a yeast culture in a pelleted total mixed ration on fiber degradation, fermentation parameters, and the bacterial community in the rumen of sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 296:115565.
- Zeng, S. S., E. N. Escobar, and T. Popham. 1997. Daily variations in somatic cell count, composition, and production of Alpine Goat Milk. *Small Ruminant Research*, 26(3):253–60.
- Zhang, Z., W. Ding, H. Zhu, Y. Zuo, G. Hu, J. Liu, H. Xin, X. Lin, X. Xie, and P. Jiao. 2025. Impact of *Clostridium butyricum* on growth

performance, ruminal fermentation, bacterial communities, and immune responses of goats fed milk replacer with varying fat levels. *Animal Feed Science and Technology*, 324: 116309.