

PENGARUH SUBSTITUSI DAUN SINGKONG DENGAN AZOLLA (*Azolla pinnata*) TERHADAP BERAT JENIS, KADAR LEMAK DAN BAHAN KERING TANPA LEMAK SUSU KAMBING PERANAKAN ETAWA

(Skripsi)

Oleh

Alvina Hassifa

2214241054



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2026

ABSTRAK

PENGARUH SUBSTITUSI DAUN SINGKONG DENGAN AZOLLA (*Azolla pinnata*) TERHADAP BERAT JENIS, KADAR LEMAK, DAN BAHAN KERING TANPA LEMAK SUSU KAMBING PERAH PERANAKAN ETAWA

Oleh

Alvina Hassifa

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi daun singkong dengan azolla terhadap berat jenis, kadar lemak, dan bahan kering tanpa lemak (BKTL) susu kambing perah PE serta menentukan persentase substitusi yang memberikan hasil terbaik. Penelitian dilaksanakan pada Oktober–November 2025 bertempat di Soccer Mania Farm, Desa Sumber Gede, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Analisis dilaksanakan di Laboratorium Produksi Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga perlakuan dan tiga kelompok sebagai ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu P0 (70% daun singkong + 30% ampas tahu), P1 (65% daun singkong + 5% azolla + 30% ampas tahu), dan P2 (60% daun singkong + 10% azolla + 30% ampas tahu). Parameter yang diamati meliputi berat jenis, kadar lemak, dan BKTL susu. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi daun singkong dengan azolla tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap berat jenis, kadar lemak, BKTL susu kambing PE.

Kata kunci: Azolla, Daun singkong, Berat jenis, Kadar lemak, BKTL, Susu kambing PE

ABSTRACT

THE EFFECT OF CASSAVA LEAF SUBSTITUTION WITH AZOLLA (*Azolla pinnata*) ON THE DENSITY, FAT CONTENT, AND SOLID NON-FAT OF PERANAKAN ETAWA DAIRY GOAT MILK

By

Alvina Hassifa

This research aimed to determine the effect of substituting cassava leaves with azolla on milk density, fat content, and solid non-fat (SNF) of PE dairy goat milk, as well as to identify the most effective substitution level. The research was conducted from October to November 2025 at Soccer Mania Farm, Sumber Gede Village, East Lampung Regency, Lampung Province. Milk analysis was carried out at the Animal Production Laboratory, Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The experiment employed a Randomized Block Design (RBD) consisting of three treatments and three blocks as replications. The treatments were P0 (70% cassava leaves + 30% tofu by-product), P1 (65% cassava leaves + 5% azolla + 30% tofu by-product), and P2 (60% cassava leaves + 10% azolla + 30% tofu by-product). The observed parameters included milk density, fat content, and SNF. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) at a 5% significance level. The results indicated that substitution of cassava leaves with azolla had no significant effect ($P > 0.05$) on milk density, fat content, or SNF of PE goat milk.

Keywords: Azolla, Cassava leaves, milk density, Fat content, Solid non-fat, PE goat milk

PENGARUH SUBSTITUSI DAUN SINGKONG DENGAN AZOLLA (*Azolla pinnata*) TERHADAP BERAT JENIS, KADAR LEMAK, DAN BAHAN KERING TANPA LEMAK SUSU KAMBING PERAH PERANAKAN ETAWA

Oleh

Alvina Hassifa

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PETERNAKAN**

pada

**Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



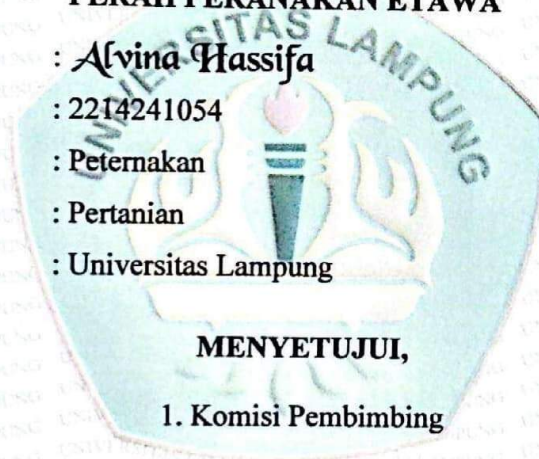
**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **PENGARUH SUBSTITUSI DAUN SINGKONG DENGAN AZOLLA (*Azolla pinnata*) TERHADAP BERAT JENIS, KADAR LEMAK, DAN BAHAN KERING TANPA LEMAK SUSU KAMBING PERAH PERANAKAN ETAWA**

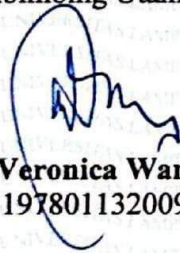
Nama : **Alvina Hassifa**
NPM : **2214241054**
Jurusan : **Peternakan**
Fakultas : **Pertanian**
Universitas : **Universitas Lampung**



MENYETUJUI,


1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama



Dr. Veronica Wanniatie, S.Pt., M.Si.
NIP 197801132009122001

Pembimbing Anggota


Liman, S.Pt., M.Si.
NIP 196704221994021001

2. Ketua Jurusan Peternakan



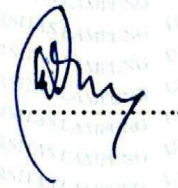
Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si., IPU.
NIP 196706031993031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

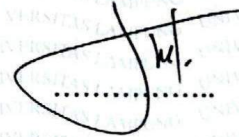
Ketua

: Dr. Veronica Wanniatie, S.Pt., M.Si.



Sekretaris

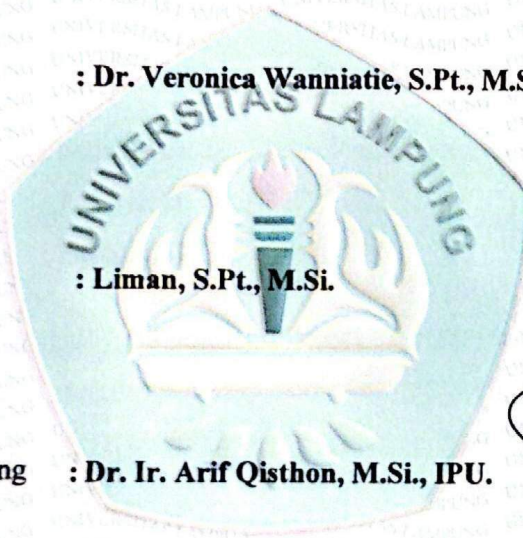
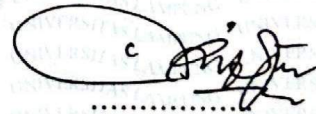
: Liman, S.Pt., M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si., IPU.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. P. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 26 Maret 2026

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alvina Hassifa
NPM : 2214241054
Program Studi : Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak
Jurusan : Peternakan
Fakultas : Pertanian

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Substitusi Daun Singkong dengan *Azolla (Azolla pinnata)* terhadap Berat Jenis, Kadar Lemak, dan Bahan Kering Tanpa Lemak Susu Kambing Perah Peranakan Etawa” tersebut adalah hasil penelitian saya, kecuali bagian-bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya dan telah disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila di kemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup dituntut berdasarkan undang-undang dan peraturan yang berlaku.

Bandar Lampung, 27 Maret 2026

Yang membuat pernyataan



Alvina Hassifa

NPM 2214241054

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lampung Barat, 07 Februari 2005, anak tunggal dari pasangan Bapak Hasrin dengan Ibu Sri Yani. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD N 01 Buay Nyerupa pada 2016. Selanjutnya, penulis menyelesaikan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 01 Sukau pada 2019 dan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 01 Sukau, Kecamatan Sukau, Kabupaten Lampung Barat pada 2022.

Pada tahun 2022, penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Pada bulan Januari hingga Februari 2025, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bandar Putih, Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara. Selanjutnya, pada bulan Juli hingga Agustus 2025, penulis melaksanakan Praktik Umum di UPT PT dan HMT Batu Malang, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, Provinsi Jawa Timur. Selain itu, penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Anatomi dan Fisiologi Ternak, dan asisten dosen pada mata kuliah Bahasa Inggris, serta menjadi *person in charge* pada English Club Himapet.

MOTTO

“You can find sunshine in the rain”
(QS. Al-insyirah: 5).

“Indeed, in movement there is blessing”
(Mr. Zakri).

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberi kekuatan, kesabaran, dan jalan di setiap langkah, karya sederhana ini saya persembahkan untuk:

Kedua orang tua tercinta Bapak Hasrin dan Ibu Sri Yani, yang namanya selalu saya sebut dalam doa dan sujud panjang. Terima kasih atas cinta yang tidak pernah berkurang, atas doa yang tidak pernah putus, atas pengorbanan yang tidak pernah terhitung. Semoga setiap huruf dalam skripsi ini menjadi saksi betapa besar rasa hormat dan cinta saya untuk kalian.

Untuk Among dan Ajong terkasih, terima kasih selalu melangitkan doa-doa baik untuk saya. Terima kasih atas kasih sayang yang sederhana namun begitu dalam. Kakak dan keponakan tersayang, yang selalu menjadi penyemangat tanpa diminta. Terima kasih atas tawa, dukungan, dan keyakinan yang kalian tanamkan saat saya hampir ragu pada diri sendiri. Karya ini dapat terselesaikan karena doa, dukungan, dan kehadiran kalian yang selalu menguatkan saya dalam setiap prosesnya.

Dan terakhir, untuk diri saya sendiri terima kasih sudah bertahan sampai sejauh ini. Terima kasih sudah tetap berjalan meski lelah, tetap mencoba meski sempat ragu dalam menyelesaikan skripsi ini.

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sang maha segalanya, atas seluruh curahan rahmat dan hidayatNya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengaruh Substitusi Daun Singkong dengan *Azolla pinnata*) terhadap Berat Jenis, Kadar Lemak, dan Bahan Kering Tanpa Lemak Susu Kambing Perah Peranakan Etawa" sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana peternakan di Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini dapat selesai dengan baik tentunya atas bimbingan dan bantuan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan hormat penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas izin yang diberikan;
2. Bapak Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si., IPU., selaku Ketua Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, sekaligus dosen penguji, terima kasih telah memberi kritik, saran dan masukan yang sangat membantu penulis dalam memperbaiki skripsi ini;
3. Bapak Prof. Ir. Akhmad Dakhlan, M.P., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas segala nasihat dan dukungan yang telah diberikan selama penyusunan skripsi;
4. Bapak Liman, S.Pt., M.Si., selaku pembimbing akademik penulis, sekaligus pembimbing anggota atas bimbingan, saran, nasihat, dukungan, motivasi dan ilmu yang diberikan selama penyusunan skripsi;

5. Ibu Dr. Veronica Wanniatie, S.Pt., M.Si., selaku pembimbing utama yang banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan, berdiskusi dan memberikan masukan yang berharga. Dukungan dan motivasi beliau selama proses penelitian dan penyusunan skripsi sangat berarti bagi penulis hingga selesainya skripsi ini;
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas bimbingan, nasihat, dan ilmu yang diberikan selama masa studi;
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Hasrin dan Ibu Sri Yani, untuk beliau berdua lah skripsi ini Penulis persembahkan. Terima kasih atas kasih sayang tanpa batas, serta bimbingan yang penuh kesabaran dalam membesarkan penulis. Berkat dukungan kalian, penulis mampu terus berjuang dalam meraih mimpi dan cita cita. Kesuksesan dan segala hal baik yang kedepannya akan penulis dapatkan adalah karena dan untuk kalian berdua;
8. Nenek dan kakek penulis, Among Zahara dan Ajong Zailani, terima kasih atas doa-doa tulus yang selalu dipanjatkan untuk penulis. Terima kasih atas kasih sayang, perhatian, dan dukungan yang tidak pernah putus. Nasehat dan nilai-nilai kehidupan yang telah diajarkan menjadi bekal berharga dalam perjalanan penulis hingga mampu menyelesaikan skripsi ini;
9. Bapak Ebeng selaku pemilik Soccer Mania *Farm* yang telah memberikan izin dan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian di peternakan tersebut. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Ibu Esti dan Mbah uti atas kebaikan dan dukungan yang diberikan selama proses penelitian berlangsung. Kepada Bapak Tri, Bapak Yudi, Kak Yoga, dan Kak Fendi atas bantuan dan kerja sama yang sangat mendukung kelancaran penelitian ini. Ucapan terima kasih turut penulis sampaikan kepada Mbak Sasa, Mbak Atun, dan Mbak Rika atas dukungan, semangat, dan kebersamaan yang diberikan selama penelitian.
10. Kepada sepupu penulis, Anita Kendatu, Wenny Arly, dan Clarissa Salsabilla, terima kasih atas setiap nasihat, dorongan dan kepercayaan yang tak pernah padam. Penulis selalu merasa dikuatkan dan dituntun oleh teladan serta kasih sayang yang tulus dari kalian;

11. Sahabat penulis, Dwi Jihantari dan Chelisia, terima kasih telah menjadi tempat berbagi dan berteduh. Terima kasih karena selalu kebersamai dan membantu meringankan perjalanan panjang ini. Juga kepada Adila Zahra Tunnisa dan Zhefira Nauradelva yang telah memberikan warna baru dalam kehidupan perkuliahan ini. Terima kasih karena sudah mendukung, mengingatkan, menemani dan menghibur penulis dalam menjalani perkuliahan.
12. Tim penelitian sekaligus sahabat sedari semester awal Adila Zahra Tunnisa dan Clarisa Dwi Rahmanita atas segala perjuangan, kerjasama, dukungan, semangat, bantuan, nasihat dan selalu menjadi pengingat penulis sejak semester awal perkuliahan sampai hari ini;
13. Keluarga besar Angkatan 2022 Jurusan Peternakan terutama untuk kelas NTP B atas kenangan indah selama masa perkuliahan;
14. Semua pihak yang telah membantu selama ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu oleh penulis.
15. Terakhir untuk diri saya sendiri, Alvina Hassifa. Terima kasih telah bertahan, berjuang, dan tidak menyerah dalam setiap proses yang dilalui. Terima kasih karena tetap kuat meskipun pernah merasa lelah, ragu, dan hampir menyerah. Setiap air mata, doa dan usaha yang telah dilakukan menjadi bukti bahwa semuanya akan terlewati dengan baik.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Meskipun begitu, besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 27 Maret 2026

Penulis,

Alvina Hassifa

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
1.5 Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kambing Perah Peranakan Etawa	7
2.2 Hijauan	8
2.2.1 Daun singkong	9
2.2.2 Azolla (<i>Azolla pinnata</i>).....	10
2.3 Konsentrat	12
2.4 Susu Kambing.....	14
2.5 Berat Jenis Susu	15
2.6 Kadar Lemak Susu	16
2.7 Bahan Kering Tanpa Lemak (BKTL)	18
III. METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.2.1 Alat penelitian.....	20

3.2.2 Bahan penelitian	20
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Pelaksanaan Penelitian	23
3.4.1 Pra penelitian.....	23
3.4.1.1 Persiapan bahan pakan	23
3.4.1.2 Persiapan kandang dan kambing	23
3.4.2 Tahap prelium	24
3.4.3 Kegiatan penelitian	24
3.4.4 Tahap pengambilan sampel susu	25
3.4.5 Tahap pengukuran parameter.....	26
3.4.5.1 Berat jenis susu kambing perah PE	26
3.4.5.2 Kadar lemak susu dan Bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE.....	27
3.5 Peubah yang Diamati.....	28
3.6 Analisis Data	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4. 1 Berat Jenis Susu Kambing Perah PE.....	29
4. 2 Kadar Lemak Susu Kambing Perah PE.....	32
4. 3 Bahan Kering Tanpa Lemak Susu Kambing Perah PE	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan nutrisi bahan pakan	21
2. Susunan ransum P0	22
3. Susunan ransum P1	22
4. Susunan ransum P2	22
5. Rataan berat jenis susu kambing perah PE	29
6. Rataan kadar lemak susu kambing perah PE	32
7. Rataan bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE.....	34
8. Hasil analisis ragam (ANOVA) berat jenis susu kambing perah PE	48
9. Hasil analisis ragam (ANOVA) kadar lemak susu kambing perah PE...	48
10. Hasil analisis ragam (ANOVA) BKTL susu kambing perah PE	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kambing perah PE	8
2. Daun singkong	10
3. Azolla (<i>Azolla pinnata</i>).....	11
4. Tata letak rancangan penelitian.....	21
5. Pemberian ransum perlakuan	25
6. Proses pemerahan susu.....	26
7. Analisis berat jenis susu	27
8. Analisis kadar lemak dan BKTL susu.....	28

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir, kesadaran masyarakat akan pentingnya pola hidup sehat telah mengalami peningkatan yang signifikan. Gelombang kesadaran ini mendorong pergeseran pola konsumsi masyarakat ke arah pangan bergizi tinggi seperti susu. Susu merupakan salah satu sumber protein hewani yang memiliki nilai gizi lengkap dan mudah dicerna yang dapat berasal dari hewan ternak seperti sapi, kerbau, dan kambing. Menurut Sitepu *et al.* (2025), susu kambing merupakan produk hewani yang mengandung sumber zat gizi seperti karbohidrat, protein, lemak, mineral, vitamin A, vitamin B, asam lemak rantai pendek, zinc, besi, dan magnesium yang lebih banyak dibandingkan sapi perah. Susu kambing dapat diperoleh dari berbagai jenis kambing seperti kambing Sapera, Boer, Saanen, dan Peranakan Etawa (PE).

Kambing Peranakan Etawa (PE) paling banyak dikembangkan di berbagai wilayah Indonesia karena kambing perah PE memiliki kemampuan beradaptasi yang baik dengan iklim tropis serta produktivitasnya yang menjanjikan. Seekor kambing PE betina dapat menghasilkan rata-rata 1,5 hingga 3 liter susu per hari dengan masa laktasi sekitar 6–8 bulan (Kusuma, 2022). Tidak hanya dari segi kuantitas, kualitas susu yang dihasilkan juga sangat unggul. Susu kambing PE dikenal memiliki kandungan padatan susu tanpa lemak, protein, dan lemak yang lebih tinggi serta ukuran globula lemak yang lebih kecil dibandingkan susu kambing perah jenis lain,

sehingga lebih mudah dicerna dan berpotensi sebagai pangan sumber protein yang bergizi tinggi (Sari *et al.*, 2021). Potensi kualitas dan kuantitas susu yang tinggi ini sangat bergantung pada kualitas pakan yang diberikan, namun semakin tinggi kualitas pakan yang diberikan menyebabkan tingginya biaya yang perlu dikeluarkan oleh peternak. Oleh karena itu, perlu adanya inovasi dalam pemberian pakan ternak seperti pemanfaatan bahan baku pakan alternatif yang cukup banyak digunakan oleh peternak.

Pemanfaatan bahan baku pakan alternatif telah banyak dilakukan untuk mengatasi masalah mahalannya mendapatkan bahan baku pakan yang optimal. Upaya pemanfaatan bahan baku pakan alternatif banyak dilakukan dengan menggunakan bahan baku pakan lokal yang mudah didapat dan biasanya berupa limbah yang belum termanfaatkan secara optimal. Beberapa bahan baku pakan lokal yang mempunyai potensi sebagai bahan baku pakan alternatif adalah yang berasal dari limbah industri pertanian (Pamungkas, 2011). Salah satu bahan baku yang berasal dari industri pertanian adalah daun singkong. Daun singkong merupakan salah satu limbah pertanian yang memiliki potensi sebagai pakan ternak dari segi kualitas dan kuantitas yang dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak ruminansia. Daun singkong berfungsi sebagai sumber protein lolos degradasi precursor glukosa yang dalam proses fermentasi oleh mikroorganisme rumen akan menghasilkan VFA diantaranya asam asetat, asam butirrat, dan asam propionat yang berperan penting dalam mendukung metabolisme serta meningkatkan produksi susu kambing (Siregar, 1999). Penggunaan daun singkong sebagai bahan pakan dapat ditambahkan dengan azolla.

Azolla merupakan pakis air bebas yang mengapung dan tumbuh cepat di permukaan air. Tumbuhan ini mengapung di permukaan air dengan daun kecil menyerupai sisik yang saling tumpang tindih rapat, sementara akarnya menggantung di air. Azolla telah berhasil digunakan sebagai suplemen protein bagi ternak perah. Sanginga dan Van Hove (1989) melaporkan bahwa karakter utama yang memengaruhi nilai Azolla sebagai pakan adalah komposisi asam aminonya. Selain itu, Azolla juga mengandung berbagai fitokimia, asam amino, dan asam lemak bernilai tinggi. Pemberian pakan

sumber protein dan sumber serat dengan kualitas baik pada kambing perah Peranakan Etawa dapat meningkatkan produksi dan kualitas susu kambing. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian tentang kuantitas dan kualitas susu kambing perah PE dengan substitusi daun singkong dengan azolla dengan persentase yang berbeda.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. mengetahui pengaruh substitusi daun singkong dengan azolla (*Azolla pinnata*) terhadap berat jenis susu, kadar lemak susu dan bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE;
2. mengetahui persentase terbaik dari substitusi daun singkong dengan azolla (*Azolla pinnata*) terhadap berat jenis susu, kadar lemak susu dan bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan informasi dan pembelajaran kepada peternak khususnya peternak kambing perah mengenai proporsi terbaik dalam substitusi daun singkong dengan azolla (*Azolla pinnata*) dalam peningkatan berat jenis susu, kadar lemak susu dan bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE.

1.4 Kerangka Pemikiran

Peningkatan produktivitas dan kualitas susu kambing Peranakan Etawa (PE) sangat ditentukan oleh faktor nutrisi dari pakan yang diberikan. Hal ini perlu diimbangi dengan ketersediaan pakan memadai dan berkualitas tinggi. Pakan merupakan faktor dasar yang terpenting dalam usaha peternakan karena memiliki pengaruh yang besar terhadap produktivitas ternak khususnya proses sintesis susu di kelenjar ambing. Salah satu upaya dalam meningkatkan kualitas pakan adalah melalui pemanfaatan

bahan pakan alternatif, seperti daun singkong dan azolla sebagai hijauan yang mampu meningkatkan hasil produksi susu dan kualitas susu yang optimal karena kebutuhan nutrisi dapat terpenuhi.

Daun singkong mengandung protein kasar yang tinggi, serta senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenolik, tannin, saponin, dan β -karoten yang berfungsi sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan antibakteri, sehingga tidak hanya mendukung peningkatan kadar protein dan lemak susu tetapi juga menjaga kesehatan ambing, dan menurunkan *somatic cell count* (SCC). Sedangkan azolla dengan komposisi protein yang tinggi dilengkapi dengan asam amino esensial yang lebih lengkap serta kandungan vitamin A, B12, β -karoten, Fe, dan Ca yang lebih tinggi yang dapat meningkatkan kualitas protein susu kambing.

Substitusi hijauan azolla berperan dalam meningkatkan kadar protein susu, karena kandungan proteinnya yang tinggi serta ketersediaan asam amino esensial dapat mendukung sintesis protein mikroba rumen sehingga ketersediaan asam amino meningkat dan memberikan kontribusi nyata terhadap sintesis protein susu (Sukarini, 2012). Selain sebagai sumber protein, azolla juga memiliki kandungan lignin yang rendah dan daya cerna yang relatif tinggi sehingga ketersediaan nutrisinya lebih mudah dimanfaatkan oleh mikroba rumen. Kandungan mineral seperti Ca, Fe, serta vitamin β -karoten dan vitamin B kompleks dalam azolla turut berperan dalam menunjang aktivitas enzimatik dan metabolisme ternak laktasi (Sujatha dan Jeyakumar, 2009). Rendahnya lignin memungkinkan fraksi serat azolla lebih mudah terdegradasi sehingga produksi VFA tetap optimal tanpa menekan konsumsi bahan kering (Mishra *et al.*, 2013). Hijauan dalam pakan berperan sebagai sumber protein dengan kandungan serat yang dapat menunjang aktivitas mikroba rumen. Proses fermentasi hijauan tersebut menghasilkan VFA terutama asetat, propionat, dan butirrat, yang berperan penting sebagai sumber energi dalam mendukung metabolisme serta meningkatkan produksi susu kambing.

Asam asetat berperan dalam pembentukan asam lemak yang kemudian berpengaruh pada kadar lemak susu. Kadar lemak susu dipengaruhi oleh ketersediaan asetat dari fermentasi hijauan dan bahan pakan berserat. Hal ini sejalan dengan pendapat Maheswari (2004) yang menyatakan bahwa lemak susu tergantung dari kandungan serat kasar dalam pakan. Propionat dimanfaatkan untuk pembentukan glukosa melalui glukoneogenesis, yang berperan sebagai bahan baku sintesis laktosa. Laktosa berfungsi sebagai osmoregulator, sehingga peningkatannya akan mendorong peningkatan produksi susu. Butirat akan dimanfaatkan oleh jaringan ambing sebagai sumber energi. Pemberian pakan dengan kandungan protein tinggi diharapkan mampu meningkatkan konsumsi pakan sekaligus kadar bahan kering tanpa lemak pada susu. Perubahan komposisi bahan kering tanpa lemak tersebut umumnya dipengaruhi oleh variasi kandungan protein dalam susu (Huda, 2007).

Terdapat hubungan positif antara konsumsi bahan kering ransum dengan kadar protein susu, dimana semakin tinggi konsumsi bahan kering maka kadar protein susu juga akan meningkat (Anggraini, 2005). Peningkatan bahan kering tanpa lemak susu akan diikuti peningkatan berat jenis karena berat jenis susu memiliki hubungan positif dengan kadar bahan kering tanpa lemak susu. Selain berat jenis susu, kadar bahan kering tanpa lemak juga dipengaruhi kadar lemak susu dan kadar lemak susu rendah maka kadar bahan kering tanpa lemak susu cenderung lebih tinggi (Sembiring, 2002).

Substitusi daun singkong dengan azolla (*Azolla pinnata*) dengan persentase yang berbeda akan menghasilkan kandungan nutrisi yang berbeda. Perbedaan komposisi nutrisi yang akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas susu yang dihasilkan.

Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan, yaitu: perlakuan P0: 70% daun singkong + 30% ampas tahu; P1: 65% daun singkong + 5% azolla + 30% ampas tahu dan P2: 60% daun singkong + 10% azolla + 30% ampas tahu. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan persentase pada substitusi daun singkong dengan azolla. Menurut Blaxter (1969), substitusi hijauan yang tersusun dari bahan pakan sumber energi, protein, serta mineral makro maupun mikro dapat

menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan hasil fermentasi rumen. Peningkatan fermentasi tersebut pada akhirnya mampu menyediakan nutrisi yang cukup bagi pembentukan air susu dengan kualitas dan kuantitas yang optimal. Penelitian ini diharapkan berpengaruh baik untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas susu khususnya pada berat jenis susu, kadar lemak susu, dan bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini, yaitu:

1. terdapat pengaruh substitusi daun singkong dengan azolla (*Azolla pinnata*) terhadap berat jenis susu, kadar lemak susu dan bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE;
2. terdapat proporsi terbaik dari substitusi daun singkong dengan azolla (*Azolla pinnata*) terhadap berat jenis susu, kadar lemak susu dan bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kambing Perah Peranakan Etawa

Salah satu jenis kambing perah yang populer di kalangan peternak Indonesia adalah kambing PE, karena kemampuannya beradaptasi dengan lingkungan tropis yang panas dan kemudahan dalam pemeliharaan (Praharani *et al.*, 2013). Kambing Peranakan Etawa (PE) merupakan hasil persilangan antara kambing Kacang lokal Indonesia dengan kambing Etawa dari India. Persilangan ini bertujuan untuk menggabungkan sifat produksi susu tinggi dari kambing Etawa dengan kemampuan adaptasi yang baik dari kambing Kacang terhadap kondisi lingkungan tropis (Subandriyo, 2008). Kambing PE banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki kemampuan dwiguna, yakni sebagai penghasil susu sekaligus penghasil daging (Tanius dan Setiawan, 2005).

Secara morfologi, kambing PE memiliki ciri khas tubuh besar menyerupai kambing Etawa, dengan bulu berwarna belang seperti putih, hitam, cokelat, dan merah. Telinganya panjang, lebar, dan menggantung. Kambing PE jantan dewasa berumur 1,5–2,5 tahun memiliki bobot antara 70–91 kg (Muryanto dan Pramono, 2012). Ukuran tubuh kambing PE betina dewasa antara lain panjang badan sekitar 79 cm, lebar dada 19 cm, kedalaman dada 31 cm, tinggi badan 53 cm, dan lingkar dada 90 cm. Sementara kambing jantan memiliki panjang badan 55 cm, lebar dada 23 cm, kedalaman dada 17 cm, tinggi badan 57 cm, dan lingkar dada 67 cm (Batubara *et al.*, 2006). Kambing Perah PE dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kambing Perah PE
Sumber: Dokumentasi pribadi (2025)

Kambing Peranakan Etawa (PE) dikenal sebagai salah satu bangsa kambing perah unggul yang memiliki potensi produksi susu cukup menjanjikan untuk dikembangkan secara komersial di wilayah tropis. Dalam kondisi optimal, kambing PE mampu menghasilkan susu antara 1,5 hingga 3 liter per ekor per hari. Namun, beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi susu rata-rata kambing PE hanya mencapai 0,339 liter/ekor/hari, angka ini jauh lebih rendah dibandingkan standar nasional maupun hasil studi lain yang mencatat produksi hingga 2,2 liter/ekor/hari (Sodiq dan Abidin, 2008). Rendahnya angka ini diduga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sanitasi kandang yang buruk, ketidakteraturan waktu pemberian pakan, serta kondisi iklim tropis yang menekan nafsu makan dan menurunkan kualitas hijauan sebagai pakan utama. Selain itu, berat badan kambing berperan signifikan dalam menentukan kapasitas produksi susu (Laya *et al.*, 2018).

2.2 Hijauan

Hijauan pakan ternak adalah segala macam hijauan dari tumbuh-tumbuhan atau tanaman yang dapat dimakan oleh ternak tanpa mengganggu kesehatan ternak tersebut, serta dapat dimanfaatkan untuk proses pertumbuhan, bereproduksi, dan

berproduksi (Nurlaha *et al.*, 2014). Menurut Tanius dan Setiawan (2005), kambing membutuhkan pakan hijauan sekitar 70% dari total pakan. Kambing perah PE mengkonsumsi serat kasar sebanyak 327,0–490,5 g/ekor/hari. Penelitian oleh Wijaya dan Elihasridas (2023) menunjukkan bahwa kombinasi hijauan rumput dan leguminosae mampu meningkatkan performa produksi susu dan mempertahankan bobot badan induk kambing secara optimal di lingkungan tropis. Selain sebagai sumber serat, hijauan juga berfungsi sebagai stimulan aktivitas mikroba rumen yang esensial dalam fermentasi dan sintesis asam lemak volatil yang diperlukan untuk produksi susu. Kualitas susu kambing sangat dipengaruhi oleh jenis dan komposisi pakan hijauan yang dikonsumsi. Hijauan dengan kandungan protein tinggi mampu meningkatkan kadar protein dan lemak dalam susu (Hambakodu *et al.*, 2020).

2.2.1 Daun singkong

Tanaman singkong yang memiliki nama ilmiah *Manihot esculenta* Crantz atau *Manihot utilissima* merupakan jenis tanaman berumbi yang berasal dari suku Euphorbiaceae (Ceballos dan Cruz, 2012). Singkong merupakan salah satu jenis tanaman yang mudah hidup di daerah tropis sehingga sering ditemukan di wilayah Indonesia. Tanaman singkong mempunyai daun yang berbentuk seperti 5 jari dan berbentuk lonjong yang mempunyai garis pada setiap daun dengan tepi yang terlihat rata. Daun singkong mempunyai warna hijau tua dan ada juga daun yang mempunyai warna agak kekuningan. Selain dikonsumsi, daun singkong merupakan sumber hijauan yang potensial untuk pakan ternak. Daun singkong memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik dan sumber pakan dengan biaya murah yang diproduksi tidak termanfaatkan dan tidak berkompetisi dengan umbinya yang merupakan produk komersial utama dari tanaman singkong. Hasil analisa kimiawi daun singkong di Lab Pakan Balitnak Bogor berdasar % BK menunjukkan BK 23,36 %; Protein kasar 28,66 %; TDN 61%; Serat kasar 19,06 %; Lemak 9,41%; BETN 34,08%; Abu 8,83%; Ca 1,91%; P 0,46 % (Narwati, 2023). Pemberian hijauan tanaman singkong untuk kambing perah dapat meningkatkan produksi dan kualitas susu kambing (Mulyasari, 2011). Daun singkong dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Daun singkong
Sumber: Dokumentasi pribadi (2025)

2.2.2 *Azolla* (*Azolla pinnata*)

Azolla adalah asal kata dari bahasa latin yaitu *Azolla pinnata*, yang merupakan tumbuhan paku air yang termasuk ordo Salviniales, famili *Azollaceae* dan mempunyai enam spesies yaitu *A. caroliniana*, *A. filiculoides*, *A. mexicana*, *A. microphylla*, *A. rubra*, *A. nilotica*, dan *A. Pinnata*. Spesies yang banyak terdapat di Indonesia terutama di pulau Jawa adalah *azolla* (*Azolla pinnata*) (Lumpkin dan Plucknett, 1982). *Azolla* adalah salah satu jenis tumbuhan paku berukuran kecil yang hidup di perairan (Arifin, 1996). Tumbuhan ini mengapung di permukaan air dengan daun kecil menyerupai sisik yang saling tumpang tindih rapat, sementara akarnya menggantung di air. *Azolla* membentuk hubungan simbiotik dengan sianobakteri *Anabaena azollae* yang mengikat nitrogen atmosfer, sehingga tumbuhan memperoleh akses terhadap unsur hara esensial tersebut (Wagner, 1997).

Azolla (*Azolla pinnata*) telah berhasil digunakan sebagai suplemen protein bagi ternak perah. Menurut Ambade *et al.* (2010), produksi susu meningkat sebesar 15 hingga 20% setelah *azolla* diberikan dalam ransum sapi perah. Sanginga dan Van Hove (1989) melaporkan bahwa karakter utama yang memengaruhi nilai *azolla* sebagai pakan adalah komposisi asam aminonya. Komposisi proksimat *azolla*

menunjukkan kandungan protein kasar 23,45%; lemak kasar 3,20%; serat kasar 12,45%; abu 20,40%; dan BETN 50,60% (Sharma *et al.*, 2020). Lalu ditambahkan oleh Pillai (2001); Sujatha dan Jeyakumar (2009) terdapat asam amino esensial, β -karoten, vitamin A dan B12, mineral, serta senyawa perantara yang berperan dalam pertumbuhan. Selain itu, azolla mudah dicerna ternak karena kadar lignin yang rendah serta kandungan serat yang tinggi. Oleh karena itu, azolla dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein alternatif dalam pakan ternak (Mishra *et al.*, 2013). Azolla (*Azolla pinnata*) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Azolla (*Azolla pinnata*)
Sumber: Dokumentasi pribadi (2025)

Azolla (*Azolla pinnata*) juga dapat menggantikan sebagian hijauan baik dalam bentuk segar maupun kering, dapat dicampur dengan konsentrat atau diberikan langsung pada kambing tanpa menimbulkan efek negatif (Samanta dan Tamang, 1995). Azolla meningkatkan produksi susu dan daging pada sapi perah serta merupakan salah satu substitusi pakan ternak yang paling ekonomis dan efisien (Chatterjee *et al.*, 2013). Selain itu, azolla juga mengandung berbagai fitokimia, asam amino, dan asam lemak bernilai tinggi. Komponen bioaktif ini memberikan beragam manfaat terapeutik, seperti antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, serta pelindung saluran pencernaan (Maswada *et al.*, 2021).

Penggunaan berbagai level Azolla dalam ransum sapi perah dapat meningkatkan bobot badan dan produksi susu (Golzary *et al.*, 2018). Pada sapi perah, penggunaan 15–20% Azolla meningkatkan produksi susu sebesar 15–20%, kemungkinan karena kandungan lignin yang rendah dan protein yang tinggi pada Azolla (Gouri *et al.*, 2012). Selain pada sapi perah, pemberian azolla pada kerbau tidak terdapat perbedaan signifikan dalam pencernaan nutrisi ketika 25% digantikan dengan Azolla kering (Kumar *et al.*, 2012). Sementara itu, pemberian 20% dan 30% Azolla meningkatkan penambahan bobot harian kambing masing-masing sebesar 56,5% dan 60% (Adake, *et al.*, 2016). Secara luas pada ruminansia pada penelitian Asyari (2017) penggunaan Azolla hingga 25% dalam ransum ruminansia dapat menghasilkan kandungan protein dan serat kasar yang mampu memenuhi kebutuhan ternak. Hal serupa juga disampaikan oleh Fitriani *et al.* (2018) bahwa penggunaan Azolla pada level 25% dalam ransum ruminansia direkomendasikan karena mampu memengaruhi ketersediaan fraksi serat yang berperan dalam proses pencernaan.

2.3 Konsentrat

Konsentrat adalah suatu bahan pakan yang dipergunakan bersama bahan pakan lain untuk meningkatkan keserasian gizi dari keseluruhan makanan dan dimaksudkan untuk disatukan dan dicampur sebagai suplemen (pelengkap) atau pakan pelengkap (Hartadi *et al.*, 1997). Komponen utama dalam konsentrat, yaitu energi dan protein, berperan dalam sintesis komponen susu, termasuk lemak dan protein (Hidayat *et al.*, 2020). Menurut Sari *et al.* (2019), pemberian pakan konsentrat dengan kandungan protein kasar sekitar 16–18% dan energi metabolisme tinggi dapat meningkatkan efisiensi konversi nutrisi menjadi susu, terutama pada kambing perah di wilayah kering dan tropis. Keseimbangan rasio hijauan terhadap konsentrat juga sangat penting, di mana rasio ideal 60:40 telah terbukti mampu mempertahankan fermentasi rumen yang stabil sekaligus mendukung produksi susu yang optimal tanpa mengorbankan kesehatan pencernaan (Wijaya dan Elihasridas, 2023).

Konsentrat dapat berperan sebagai sumber karbohidrat mudah larut, sumber glukosa untuk bahan baku produksi susu dan sebagai sumber protein lolos degradasi. Konsentrat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi karena dapat meningkatkan terbentuknya asam lemak atsiri yang utamanya adalah asam propionat. Asam lemak tersebut merupakan sumber energi bagi mikroba rumen, sebagai bahan baku glikogen bagi induk kambing, dan sumber glukosa untuk bahan baku sintesis air susu (Blaxter, 1969). Menurut Rianto *et al.* (2006), pemberian hijauan sedikit sebelum atau bersama-sama konsentrat menyebabkan produksi saliva meningkat, sehingga buffer dalam rumen menjadi kuat. Salah satu konsentrat yang tinggi protein yang dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas susu kambing perah secara optimal dan mudah didapatkan adalah ampas tahu. Ampas tahu merupakan salah satu hasil sampingan yang diperoleh dari proses pembuatan tahu kedelai. Ampas tahu biasanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan diolah kembali sebagai bahan makanan seperti tempe gembus. Masyarakat pada umumnya memanfaatkan ampas tahu sebagai pakan ternak dan sebagian dipakai sebagai bahan dasar pembuatan tempe gembus (Nastiti, 2014).

Ampas tahu merupakan sumber protein karena masih mengandung protein kasar 24,15%; lemak 7,68%; serat kasar 16,28%; abu 4,21% dan BETN 47,55% (Muhtaromah *et al.*, 2021). Selain itu harga ampas tahu cukup murah sehingga dapat mengurangi biaya produksi (Nuraini *et al.*, 2007). Didukung Mahfudz (2006) yang menyatakan bahwa limbah ini masih mengandung nutrisi yang cukup tinggi terutama asam amino lysin, metionin dan kalsium, namun tingginya kandungan hemiselulosa arabinoxylan menyebabkan penggunaan ampas tahu menjadi terbatas. Arabinoxylan dapat meningkatkan kekentalan cairan usus (viskositas digesta) sehingga mengakibatkan penyerapan lemak dan energi terhambat (Kaswinarni, 2007). Semakin tinggi kandungan energi dan protein pakan, maka konsumsi pakan akan semakin sedikit karena kebutuhan nutrisi untuk tubuh ternak telah terpenuhi. Pakan yang berkualitas memberikan nutrisi yang lebih tinggi dan berkorelasi pada proses

sintesis susu di dalam sel sekretoris kelenjar ambing untuk meningkatkan produksi dan kualitas air susu yang dihasilkan (Adriani, 2014).

2.4 Susu Kambing

Susu merupakan cairan berwarna putih yang mengandung zat-zat nutrisi seperti lemak, laktosa, protein, serta sejumlah vitamin dan mineral, yang dihasilkan oleh semua mamalia betina dewasa sebagai sumber makanan bagi anaknya (Guetouache *et al.*, 2014). Susu kambing dikenal sebagai salah satu makanan paling lengkap yang kompatibel dengan sistem tubuh manusia dan merupakan makanan alami yang sangat bergizi. Oleh karena itu, susu kambing dapat dijadikan sebagai pengganti makanan karena kandungan nutrisinya yang tinggi. Susu ini juga lebih disukai karena kandungan lemaknya yang rendah dan kemampuannya menetralkan asam serta racun yang terdapat dalam tubuh (Getaneh *et al.*, 2016).

Susu kambing memiliki perbedaan dibandingkan susu sapi maupun ASI manusia, terutama dalam hal daya cerna yang lebih tinggi, sifat alkalinitas yang khas, kapasitas penyangga (*buffering capacity*) yang lebih tinggi, serta nilai terapeutik tertentu dalam dunia medis dan gizi manusia (Morgan *et al.*, 2012). Salah satu perbedaan paling signifikan antara susu kambing dan susu sapi terletak pada komposisi dan struktur lemaknya. Ukuran rata-rata globula lemak pada susu kambing adalah sekitar 2 mikrometer, sedangkan pada susu sapi berkisar antara 2,5 hingga 3,5 mikrometer. Ukuran globula lemak yang lebih kecil pada susu kambing menghasilkan penyebaran lemak yang lebih baik dan campuran yang lebih homogen. Penelitian menunjukkan bahwa kemampuan susu untuk mengalami kriming (*creaming*) tidak hanya dipengaruhi oleh ukuran fisik globula lemak, tetapi juga oleh kecenderungan globula tersebut untuk berkumpul, yang didukung oleh keberadaan aglutinin dalam susu. Namun, aglutinin ini tidak terdapat dalam susu kambing, sehingga kemampuan krimingnya buruk, terutama pada suhu rendah (Getaneh *et al.*, 2016).

Berbagai faktor memengaruhi kandungan nutrisi dalam susu kambing. Faktor-faktor tersebut meliputi ras (*breed*) tahap laktasi, musim melahirkan (*kidding*) spesies, individu ternak, umur dan jumlah kelahiran (paritas) kolostrum, pakan (*diet*) serta kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, lamanya masa kering, masa kebuntingan, penyakit, dan bobot tubuh (Park *et al.*, 2007). Susu kambing mengandung vitamin, mineral, elektrolit, unsur renik (*trace elements*) enzim, protein, asam lemak, dan asam amino (terutama triptofan) yang mudah diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh manusia. Penelitian ilmiah menjelaskan alasan mengapa beberapa orang lebih mudah mencerna susu kambing, hal ini diduga berkaitan dengan kandungan laktosa yang lebih rendah (sekitar 7% lebih rendah dibandingkan susu sapi). Tubuh manusia dapat mencerna susu kambing hanya dalam waktu 20 menit, sedangkan susu sapi membutuhkan waktu sekitar 2–3 jam (Park, 2006).

2.5 Berat Jenis Susu

Berat jenis (BJ) digunakan untuk mengetahui gravitasi secara spesifik pada suatu larutan (Christi *et al.*, 2024). Berat jenis dipengaruhi oleh volume susu, semakin tinggi volume susu, maka berat jenis susu akan menurun (Utami, 2012). Beberapa faktor yang menyebabkan perubahan berat jenis susu antara lain adalah butiran lemak (globula) laktosa, protein, dan garam. Faktor-faktor yang memengaruhi berat jenis susu mencakup penambahan air, penambahan lemak, serta suhu (Vishweshwar *et al.*, 2005). Berat jenis memiliki peran penting dalam menilai kualitas susu. Semakin tinggi berat jenis, maka semakin baik pula kualitas susu tersebut. Sebaliknya, jika berat jenis rendah, hal ini mengindikasikan kualitas susu yang buruk (Rahmawati dan Juwitaningtyas, 2024).

Berat jenis normal susu berkisar antara 1,0270–1,0300 g/ml (Adriani, 2014). Nilai berat jenis yang lebih tinggi menunjukkan kadar total padatan yang lebih tinggi, yang berarti kualitas susu tersebut baik. Perbedaan nilai berat jenis susu segar dipengaruhi oleh beberapa penyebab. Penyebab yang mungkin adalah adanya variasi dalam komposisi bahan kering susu, termasuk karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan

mineral, yang sangat memengaruhi nilai berat jenis susu (Suhendra *et al.*, 2020). Penambahan air ke dalam susu dapat menurunkan berat jenisnya. Nilai berat jenis susu juga dapat dipengaruhi oleh periode kelahiran sapi pertama dan periode laktasi berikutnya (Dewi dan Sambodho, 2016). Laporan lain menyebutkan bahwa jenis pakan yang berbeda juga dapat menyebabkan perbedaan nilai berat jenis susu. Selain itu, perbedaan waktu antara pemerahan pagi dan sore juga menghasilkan kandungan nutrisi yang berbeda (Widodo dan Soediarso, 2020).

Berat jenis susu dipengaruhi oleh kandungan lemak sebagai komponen utamanya, karena berat jenis lemak lebih rendah dibandingkan dengan berat jenis air. Penelitian (Mukhtar, 2006) melaporkan variasi berat jenis susu terjadi karena perbedaan kandungan laktosa, lemak, protein, dan garam-garam mineral dalam susu. Semakin banyak kandungan lemak dalam susu, maka semakin rendah berat jenisnya. Sebaliknya, semakin tinggi kandungan bahan padat bukan lemak, maka semakin besar berat jenis susu tersebut. Kadar laktosa dalam susu tersusun dari hasil kondensasi antara glukosa dan galaktosa dalam darah. Semakin tinggi kadar laktosa, maka nilai berat jenis susu juga akan meningkat. Menurut Park *et al.* (2007), berat jenis susu kambing lebih tinggi dibandingkan dengan susu sapi, yaitu dengan rata-rata berkisar antara 1,023 hingga 1,039. Gas karbon dioksida (CO₂) dan nitrogen (N₂) yang terkandung dalam susu dapat meningkatkan berat jenisnya setelah proses pemerahan (Rosiartio *et al.*, 2015). Pengujian berat jenis susu dilakukan setelah 3 jam dari waktu pemerahan agar suhu susu tetap stabil dalam kisaran 25–30°C. Jika pengujian dilakukan kurang dari 3 jam setelah pemerahan, maka nilai berat jenis susu segar dapat menjadi rendah karena gas-gas seperti CO₂ dan N₂ yang terdapat dalam susu baru saja dilepaskan (Ratya *et al.*, 2017).

2.6 Kadar Lemak Susu

Kadar lemak susu merupakan komponen nutrisi yang paling mudah mengalami perubahan dan sangat tergantung pada kandungan serat dalam pakan (Rokhayati *et al.*, 2022). Menurut Laryska dan Nurhajati (2013), komposisi dari lemak susu yaitu

12,5% gliserol dan 85,5% asam lemak yang memiliki berat jenis sebesar 0,93. Lemak susu berada dalam bentuk globula yang sangat kecil. Ukuran globula lemak pada susu dipengaruhi oleh kadar air yang terdapat pada susu. Serat kasar yang rendah dalam pakan akan menyebabkan rendahnya produksi asam asetat di dalam rumen, sehingga kadar lemak susu juga menjadi rendah. Hal ini disebabkan asetat merupakan bahan utama dalam pembentukan lemak susu. Menurut Sari *et al.* (2014), lemak susu dikenal juga dengan sebutan lemak mentega (*butter fat*). Lemak ini memiliki peranan penting dalam menentukan aroma susu dan produk olahan susu lainnya.

Kadar lemak susu sangat dipengaruhi oleh kadar serat kasar dalam pakan serta produksi asam asetat. Pakan dengan serat kasar yang rendah akan menghasilkan kandungan asetat dalam rumen yang rendah pula, yang berdampak pada rendahnya kadar lemak dalam susu (Ramadhan *et al.*, 2013). Kadar lemak susu kambing juga dipengaruhi oleh jenis pakan yang diberikan, terutama pakan hijauan. Semakin tinggi proporsi hijauan yang diberikan, maka semakin tinggi pula kadar lemak dalam susu kambing. Sebaliknya, pemberian pakan tambahan berupa konsentrat justru dapat menurunkan kadar lemak susu, sedangkan pakan yang sepenuhnya terdiri dari hijauan cenderung menghasilkan kadar lemak yang lebih tinggi (Lailia, 2013).

Produksi asam asetat yang tinggi dalam rumen akan mendorong sintesis asam lemak dalam jumlah lebih besar, yang pada akhirnya akan meningkatkan kadar lemak dalam susu (Zain, 2013). Hijauan yang dikonsumsi oleh ternak akan mengalami proses fermentasi dalam rumen oleh mikroba rumen. Proses ini menghasilkan asam lemak VFA yang terdiri dari propionat, asetat, dan butirat. Asetat akan masuk ke dalam aliran darah dan diubah menjadi asam lemak, kemudian diserap oleh sel-sel sekretori pada ambing dan digunakan dalam pembentukan lemak susu. Susu kambing Peranakan Etawa (PE) diketahui memiliki kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan susu dari bangsa kambing lain seperti Saanen dan Alpine (Amigo *et al.*, 2011).

2.7 Bahan Kering Tanpa Lemak (BKTL)

Bahan kering tanpa lemak merupakan bahan kering yang tertinggal setelah lemak susu dihilangkan (Tillman *et al.*, 1998). Golongan karbohidrat, protein, vitamin, mineral dan asam amino termasuk ke dalam komponen bahan kering (Hartadi *et al.*, 1997). Semakin tinggi kandungan protein dan laktosa dalam susu, maka akan mempengaruhi terhadap komponen susu yang lain seperti bahan kering tanpa lemak menjadi meningkat. Peningkatan kadar bahan kering tanpa lemak terjadi karena kadar lemak tidak termasuk pada bagian tersebut sehingga total protein dan laktosa yang tersisa dapat mempengaruhi tingginya persentase yang dihasilkan. Selain itu faktor bahan kering tanpa lemak atau *Solid Non Fat* (SNF) yang tinggi juga dipengaruhi oleh berat jenis.

Berat jenis dan bahan kering tanpa lemak memiliki hubungan linier yang positif, artinya setiap kenaikan berat jenis akan diikuti dengan kenaikan bahan kering tanpa lemak. Kadar bahan kering tanpa lemak adalah bahan kering dikurangi dengan kadar lemak (Cahyani *et al.*, 2025). Menurut Hariono *et al.* (2018), bahan kering tanpa lemak dalam susu tersusun atas albumin (kasein dan protein) laktosa, vitamin, enzim, gas dan mineral. Menurut Utari *et al.* (2012), kadar bahan kering tanpa lemak susu tergantung pada kadar protein, laktosa dan lemak. Bahan kering tanpa lemak susu dipengaruhi oleh laktosa dan protein.

Kadar bahan kering tanpa lemak susu sangat bergantung pada kadar protein dan laktosa secara umum bahan kering tanpa lemak susu berkaitan dengan kandungan protein dan laktosa. Menurut Zurriyanti *et al.* (2011), apabila kadar laktosa dan protein susu tinggi, maka bahan kering tanpa lemak susu akan meningkat. Protein susu terbentuk dari pakan konsentrat yang dikonsumsi oleh ternak kemudian akan disintesis oleh mikroba rumen menjadi asam amino dan asam amino tersebut diserap dalam usus halus dan dialirkan ke darah dan masuk ke sel-sel sekresi ambing dan nantinya menjadi protein susu (Utari *et al.*, 2012). Penambahan pakan sumber protein dapat meningkatkan kadar bahan kering tanpa lemak susu, karena kadar proteinnya meningkat juga.

Menurut Adriani (2003), komponen bahan kering tanpa lemak susu antara lain 9,65%. Hal senada juga diungkap oleh Rangkuti (2011) yang menyatakan dalam pemberian pakan yang berbeda terhadap kambing peranakan etawa menghasilkan komponen susu berupa bahan kering tanpa lemak yang berkisar yaitu 9,44–9,86%, sedangkan menurut Praharani *et al.* (2013), kandungan bahan kering tanpa lemak susu kambing PE sebesar 12,82%. Hal ini terjadi disebabkan tingginya selisih antara kadar bahan kering dan lemak susu. Hal ini sesuai dengan pendapat BSN (2011) yang menyatakan bahwa syarat mutu susu segar adalah kandungan bahan kering tanpa lemak minimal 7,8%.

Rendahnya kadar protein kasar dalam ransum menghasilkan kadar bahan kering tanpa lemak yang rendah, sedangkan tingginya kadar protein kasar dalam ransum menghasilkan kadar bahan kering tanpa lemak yang tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Utari *et al.* (2012) bahwa bahan kering tanpa lemak dipengaruhi oleh kadar laktosa dan protein susu. Sesuai dengan pendapat Mutamimah *et al.* (2013) bahwa semakin tinggi protein dan laktosa maka semakin tinggi bahan kering tanpa lemak pada susu. Perbedaan jumlah bahan kering tanpa lemak susu kambing juga disebabkan oleh beberapa faktor lain seperti faktor genetik, periode laktasi, dan faktor kesehatan kambing. Menurut Fitriyanto *et al.* (2013), faktor yang mempengaruhi kadar lemak susu adalah faktor genetik, pakan, cara pemeliharaan, iklim, masa laktasi, dan kesehatan hewan. Faktor lain yang mempengaruhi kualitas susu yaitu faktor keturunan, kondisi lingkungan, waktu laktasi dan prosedur pemerahan (Mutamimah *et al.*, 2013).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober–November 2025 di Soccer Mania *Farm*, Desa Sumber Gede, Kecamatan Sekampung, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Analisis susu kambing dilakukan di Laboratorium Produksi Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 9 unit kandang individu, tempat ransum, bak air minum, gelas ukur 1 liter, botol kaca 250 ml, *Lactoscan*, Gelas piala, Lactodensimeter, Beaker glass, *cooling box*, sapu, selang, ember, spidol, kertas, lakban, dan timbangan pakan.

3.2.2 Bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 9 ekor kambing perah PE betina laktasi dan ransum yang terdiri dari hijauan (daun singkong dan azolla (*Azolla pinnata*)) dan konsentrat (ampas tahu).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 perlakuan dan 3 kelompok berdasarkan jumlah produksi susu sebagai ulangan sehingga terdapat 9 satuan percobaan. Kambing perah sebagai satuan percobaan terdiri dari kambing dengan produksi susu tinggi, sedang, dan rendah pada bulan laktasi ke-1 sampai ke-8 dengan periode laktasi ke-2 sampai ke-5. Tata letak penelitian, kandungan nutrisi ransum dan formulasi ransum P0, P1 dan P2 masing-masing dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 1, 2, 3 dan 4.

K1			K2			K3		
P1	P0	P2	P2	P1	P0	P2	P0	P1

Gambar 4. Tata letak rancangan penelitian

Keterangan:

K1: produksi susu tinggi (300–600 ml)

K2: produksi susu sedang (200–300 ml)

K3: produksi susu rendah (100–200 ml)

P0: 70% daun singkong + 30% ampas tahu

P1: 65% daun singkong + 5% azolla + 30% ampas tahu

P2: 60% daun singkong + 10% azolla + 30% ampas tahu.

Tabel 1. Kandungan nutrisi bahan pakan

Bahan Pakan	Kandungan Nutrien Pakan				
	BK	PK	LK	SK	Abu
	----- (%) -----				
Daun Singkong	31,3	24,05	9,31	27,90	7,20
Ampas Tahu	15,8	22,56	8,69	19,47	2,80
<i>Azolla pinnata</i>	5,6	20,75	9,42	17,43	10,33

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

Tabel 2. Susunan ransum P0

Jenis Pakan	Imbangan	Kandungan Nutrien Pakan				
		BK	PK	LK	SK	Abu
----- (%) -----						
Daun Singkong	70	21,91	16,84	6,52	20,00	5,04
Ampas Tahu	30	4,74	6,77	2,61	5,80	0,84
Jumlah	100	26,56	23,60	9,12	25,37	5,88

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

Tabel 3. Susunan ransum P1

Jenis Pakan	Imbangan	Kandungan Nutrien Pakan				
		BK	PK	LK	SK	Abu
----- (%) -----						
Daun Singkong	65	20,35	15,63	6,05	18,14	4,68
Ampas Tahu	30	4,74	6,77	2,61	5,84	0,84
<i>Azolla pinnata</i>	5	0,28	1,04	0,47	0,87	0,52
Jumlah	100	25,37	23,44	9,13	24,85	6,04

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

Tabel 4. Susunan ransum P2

Jenis Pakan	Imbangan	Kandungan Nutrien Pakan				
		BK	PK	LK	SK	Abu
----- (%) -----						
Daun Singkong	60	18,78	14,43	5,59	16,74	4,32
Ampas Tahu	30	4,74	6,77	2,61	5,84	0,84
<i>Azolla pinnata</i>	10	0,56	2,08	0,94	1,74	1,08
Jumlah	100	24,08	23,27	9,14	24,32	6,19

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

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam 5 tahap yaitu tahap pra penelitian, tahap prelium, tahap pengambilan sampel dan tahap analisis/pengukuran parameter.

3.4.1 Pra penelitian

3.4.1.1 Persiapan bahan pakan

Persiapan bahan pakan yang dilakukan sebagai berikut:

1. menyiapkan bahan pakan berupa hijauan daun singkong segar dan azolla (*Azolla pinnata*) dan konsentrat ampas tahu;
2. mengangin-anginkan hijauan daun singkong hingga layu;
3. mencacah hijauan daun singkong secara manual;
4. membiarkan hijauan daun singkong yang sudah dicacah di atas terpal sambil diangin-anginkan di tempat yang teduh;
5. menyiapkan ampas tahu dan azolla yang ambil dengan saringan dari kolam pembibitan azolla;

3.4.1.2 Persiapan kandang dan kambing

Persiapan kandang dan kambing yang dilakukan sebagai berikut:

1. menyiapkan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian;
2. melakukan sanitasi kandang dan lingkungan kandang;
3. mendata produksi susu kambing dan memasukkan kambing ke dalam kandang individu sesuai dengan kelompok produksi susu yang telah ditentukan;
4. memberikan tanda penomoran pada kandang yang digunakan sesuai dengan perlakuan;
5. menyiapkan ransum perlakuan, lalu melakukan masa prelium kepada ternak untuk beradaptasi pada ransum dan beradaptasi dengan lingkungan.

3.4.2 Tahap Prelium

Rangkaian masa prelium kambing percobaan dilakukan sebagai berikut:

1. melaksanakan adaptasi kambing terhadap ransum dan lingkungan (masa prelium) yang berlangsung selama 14 hari;
2. memberikan ransum pada kambing dengan tiga perlakuan yaitu P0: 70% daun singkong + 30% ampas tahu; P1: 65% daun singkong + 5% azolla + 30% ampas tahu dan P2: 60% daun singkong + 10% azolla + 30% ampas tahu;
3. memberikan ransum perlakuan sebanyak 2 kali dalam sehari yaitu pada pagi hari pukul 07.30 WIB dan sore hari pukul 16.30 WIB.

3.4.3 Kegiatan Penelitian

Pelaksanaan kegiatan penelitian untuk mengetahui berat jenis susu kadar lemak, dan bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE yang dilakukan selama 29 hari dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. membersihkan kandang dan tempat ransum yang dilakukan pada pagi dan sore;
2. memberikan ransum pada kambing dengan tiga perlakuan yaitu P0: 70% daun singkong + 30% ampas tahu; P1: 65% daun singkong + 5% azolla + 30% ampas tahu dan P2: 60% daun singkong + 10% azolla + 30% ampas tahu;
3. memberikan ransum perlakuan sebanyak 2 kali dalam sehari yaitu pagi hari pukul 07.30 WIB, dan sore hari pukul 16.30 WIB. Proses pemberian ransum perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.
4. pemerah kambing perah PE 2 kali dalam sehari yaitu pada pagi hari dan sore hari oleh peneliti secara manual;
5. melakukan analisis berat jenis, kadar lemak, dan bahan kering tanpa lemak pada sampel.



Gambar 5. Pemberian ransum perlakuan

3.4.4 Tahap pengambilan sampel susu

Tahapan pengambilan sampel adalah sebagai berikut:

1. mengambil sampel susu kambing setelah 14 hari pemeliharaan yaitu pada hari ke-15, 22, dan 28;
2. pemerah kambing perah PE pada pagi hari secara manual dan ditampung ke dalam wadah berupa teko. Proses pemerahan susu kambing dapat dilihat pada Gambar 6.
3. mengaduk susu kambing yang ada dalam gelas ukur 250 ml agar komposisinya merata;
4. menyimpan sampel susu kambing dalam botol kaca ukuran 250 ml yang telah disterilisasi terlebih dahulu menggunakan *autoclave*;
5. membawa sampel susu kambing ke Laboratorium Produksi Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan menggunakan kotak pendingin (*cooling box*) yang diberi es untuk menjaga suhu di dalamnya.



Gambar 6. Proses pemerahan susu

3.4.5 Tahap pengukuran parameter

3.4.5.1 Berat jenis susu kambing perah PE

Berat jenis susu kambing dianalisis dengan menggunakan alat Lactodensimeter, dengan cara sebagai berikut:

1. menghomogenkan sampel susu kambing sebanyak 250 ml;
2. memasukkan sampel susu kambing ke dalam gelas ukur 250 ml;
3. memasukan alat lactodensimeter ke dalam gelas ukur yang berisi sampel susu;
4. menunggu alat lactodensimeter diam dan catat hasil berat jenisnya;
5. membersihkan alat lactodensimeter dan gelas ukur setelah pengujian selesai dengan aquades (Setyorini *et al.*, 2020). Proses analisis berat jenis susu menggunakan alat laktodensimeter dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Analisis berat jenis susu

3.4.5.2 Kadar lemak susu dan Bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE

Kadar lemak susu kambing dianalisis dengan menggunakan *Lactoscan milk analyzer*, dengan cara sebagai berikut:

1. memasukkan sampel susu sebanyak 25 ml ke dalam gelas piala setelah dihomogenkan;
2. memasukkan bagian ujung jarum alat lactoscan ke dalam gelas piala yang berisi sampel susu;
3. mengoperasikan alat dengan menekan tombol OK;
4. menekan kembali tombol OK untuk mengeluarkan data di layar *lactoscan*;
5. mencatat data yang keluar berupa kadar lemak (*Fat*), BJ (*Density*), laktosa (*Lactose*), BKTL (*solid non fat (SNF)*), protein, kadar air (*Added Water*) suhu dan pH;
6. membersihkan alat lactoscan setelah pengujian dengan aquades (Nugraha *et al.*, 2016). Proses analisis kadar lemak dan BKTL menggunakan *Lactoscan* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Analisis kadar lemak dan BKTL susu

3.5 Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi berat jenis susu, kadar lemak susu dan bahan kering tanpa lemak susu kambing perah PE.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan *analysis of variance* (ANOVA) pada taraf nyata 5% dan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan apabila berpengaruh nyata.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. substitusi daun singkong dengan azolla (*Azolla pinnata*) dalam ransum kambing perah Peranakan Etawa tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap berat jenis, kadar lemak, dan bahan kering tanpa lemak susu kambing perah Peranakan Etawa;
2. pemberian ransum dengan perlakuan P1 (65% daun singkong + 5% azolla + 30% ampas tahu), menunjukkan kecenderungan nilai berat jenis dan bahan kering tanpa lemak tertinggi. Sedangkan kadar lemak susu pada perlakuan P1 berada dalam kisaran normal dan memenuhi standar mutu susu yang ada di Indonesia, meskipun nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P2. Dengan demikian, azolla berpotensi digunakan sebagai bahan pakan alternatif tanpa menurunkan kualitas susu, serta berpeluang memberikan hasil yang lebih optimal apabila diaplikasikan dengan formulasi ransum dan manajemen pemeliharaan yang lebih tepat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan ulangan dan jumlah ternak lebih banyak serta pengelompokkan kambing berdasarkan periode atau bulan laktasi sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas susu kambing perah Peranakan Etawa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adake, J., Ingole, A. S., Atkare, V. G., Darade, R., & Patil, A.A. (2016). Effect of Azolla (*Azolla pinnata*) feeding on growth performance of Osmanabadi goat kids. *Journal of Soils and Crops*, 26(1), 162-165.
- Adriani. (2003). *Optimalisasi Produksi Anak dan Susu Kambing Peranakan Etawa dengan Superovulasi dan Suplementasi Seng*. Forum Pascasarjana. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, 26(4), 335-352.
- Adriani, L. F. (2014). Increased production and quality of milk of Etawa Peranakan goats as a response to improving feed quality. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 17(1), 15–21.
- Ambade, R. B., Jadhav, S. N., & Phalke, N. B. (2010). Impact of azolla as a protein supplement and its Influence on feed utilization in livestock. *Livestock Line*, 4(4), 21–23.
- Amigo, L., Fontecha, J., & Mcsweeney, P. L. (2011). *Encyclopedia Of Dairy Sciences*. Academic Press
- Anggraini, R. Y. (2005). *Hubungan antara Konsumsi Bahan Kering dengan Kadar Lemak dan Protein Susu Periode Tengah Laktasi pada Sapi Jersey Cross*. Skripsi. Program Studi Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.
- Arifin. (1996). *Azolla Pembudidayaan dan Pemanfaatan pada Tanaman Padi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Asyari, H. (2017). Kandungan protein kasar dan serat kasar pakan komplit berbasis tongkol jagung dengan penambahan azolla sebagai pakan ruminansia. *Jurnal Galung Tropika*, 6(1), 12–18.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Susu segar-Bagian 1: Sapi (SNI 3141.1:2011)*. Jakarta.
- Batubara, A. R., Doloksaribu, M., & Tiesnamurti, B.E. (2006). *Potensi Keragaman Sumberdaya Genetik Kambing Lokal Indonesia*. Lokakarya nasional pengelolaan dan perlindungan sumber daya genetik di Indonesia. 206-214.

- Blaxter, K. L. (1969). *The Energy Metabolism of Ruminants*. Hutchinson Scientific and Technical. London.
- Cahyani, L. A., Widodo, H. S., Ifani, M., & Subagyo, Y. (2025). Analisis hubungan antara bahan kering tanpa lemak dan total padatan pada berat jenis susu kambing Sapera. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 13(1), 9–15.
- Ceballos, H., & Cruz, A. G. (2012). Induction and identification of a small-granule, high-amylose mutant in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal Agric Food Chem*. 56(16), 7215–7222.
- Chatterjee, A., Sharma, P., Ghosh, M. K., Mandal, M., & Roy, P. K. (2013). Utilization of *Azolla microphylla* as feed supplement for crossbred cattle. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 4(3), 207–214.
- Christi, R. F., & Rohayati, T. (2017). *Penggunaan Ransum Komplit Berbasis Sampah Sayuran Pasar untuk Produksi dan Komposisi Susu Kambing Perah*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Christi, R. F., Salman, L. B., Ismiraj, M. R., & Prasetya, A. F. (2022). Tampilan sifat kimia susu kambing Sapera di peternakan Alam Farm Kabupaten Bandung. *Jurnal Sumber Daya Hewan*, 3(2), 19–23.
- Christi, R. F., & Tanuwiria, U. H. (2019). Pengaruh pemberian *Lemna minor* terhadap produksi susu harian dan 4% FCM susu sapi perah Friesien Holstein. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 22(1), 65–72.
- Christi, R. F., Wulandari, E., & Prasetya, A. F. (2024). Evaluasi mutu sensorik, berat jenis, lemak, dan protein susu kambing Sapera di Peternakan kambing perah Alam Farm Manglayang Kecamatan Cilengkrang Kabupaten Bandung. *Zootec Journal*, 44(1), 202–212.
- Dewi, S., & Sambodho, P. (2016). *Tampilan Produksi, Kandungan Laktosa, dan Berat Jenis Susu Sapi Perah yang disuplementasi Monosodium Glutamat dalam Pakan*. Tesis. Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.
- Fa'izah, A. N. (2024). *Analisis Kualitas Susu Kambing Peranakan Etawa Segar di UMKM Pengolahan Susu Kambing Etawa Maju Mapan, Gunung Kidul*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada.
- Fitriani, F., Rauf, J., & Novieta, I. D. (2018). Kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pakan komplit berbasis tongkol jagung yang disubstitusi *Azolla pinnata* pada level yang berbeda. *Jurnal Galung Tropika*, 7(3), 220–228. <https://doi.org/10.31850/jgt.v7i3.365>
- Fitriyanto, Y., Triana, A., & Sri, U. (2013). Kajian viskositas dan berat jenis susu kambing Peranakan Etawa pada awal, puncak, dan akhir laktasi. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 1(1), 299–306.

- Getaneh A., Wubie, A., & Kendie, H., G. (2016). Review on goat milk composition and its nutritive value. *Journal of Nutrition and Health Sciences*, 3(4), 1–10.
- Golzary, A., Tavakoli, O., Rezaei, Y., & Karbassi, A. (2018). Wastewater treatment by *Azolla filiculoides* (a study on color, odor, COD, nitrate, and phosphate removal). *Journal Pollution*, 4(1), 69–76.
<https://doi.org/10.22059/poll.2017.236692.290>
- Gouri, M. D., Sanganal, J. S., Gopinath, C. R., & Kalibavi, C. M. (2012). Importance of azolla as a sustainable feed for livestock and poultry a review. *Agricultural Reviews*, 33(1), 93–103.
- Guetouache, M., Guessas, B., & Medjekal, S. (2014). Composition and nutritional value of raw milk. *Journal Issues Biol Sci Pharm Res*. 2(10), 115-122.
- Hambakodu, H., Aryani, Y., & Susilowati, E. (2020). Pengaruh pemberian lamtoro dan turi pada ransum terhadap produksi dan kualitas susu kambing perah. *Buletin Peternakan Tropis*, 6(1), 57–71.
- Hariono, B., Utami, M., Bakri, A., & Sutrisno, S. (2018). Uji sifat fisika dan kimia susu sapi terpapar uv dengan 1, 3, 5 sirkulasi. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 18(2) 63-67.
- Hartadi, S., & Tillman, A. D. (1997). *Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hidayat, N. P., & Ramadhani, R. (2020). Pengaruh Konsentrat berprotein tinggi terhadap produksi dan kualitas susu kambing perah. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, 25(2), 89–96.
- Huda, M. K. (2007). *Tampilan SNF dan Berat Jenis Susu Sapi PFH yang diberi Ransum dengan Tingkat Konsumsi Berbeda*. Skripsi. Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.
- Huwaida, S., Muhtarudin, Qisthon, A., & Liman. (2022). Kualitas fisik susu kambing perah yang disuplementasi dengan soybean meal (SBM). *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan*, 6(2), 158–163.
<https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jrip.2022.6.2.158-163>
- Kaswinarni, F. (2007). *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali*. Disertasi. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro
- Kumar, D. S., Prasad, R. M., Kishore, K. R., & Rao, E. R. (2012). Effect of azolla (*Azolla pinnata*) based concentrate mixture on nutrient utilization in buffalo bulls. *Indian Journal of Animal Research*, 46(1), 268–271.
- Kusuma, A. D. (2022). Productivity and quality of Etawa Crossbreed goat milk. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 21(3), 113-119.

- Lailia, M. (2013). *Kadar Lemak dan Bahan Kering Tanpa Lemak Susu Sapera di Cilacap dan Bogor*. Skripsi. Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Laryska, N., & Nurhajati, T. (2013). Peningkatan kadar lemak susu sapi perah dengan pemberian pakan konsentrat komersial dibandingkan dengan ampas tahu. *Agroveteriner*, 1(2), 79–87.
- Laya, D. M., Mamarimbing, R., & La Ola, M. (2018). Hubungan berat badan dengan produksi susu kambing Peranakan Etawa di UPTD Pengembangan Ternak Wonggahu Kabupaten Buton Utara. *Jambura Journal of Animal Science*, 1(1), 1–8.
- Lestari, Y., Wanniatie, V., Fathul, F., & Qisthon, A. (2023). Substitusi silase daun singkong dengan silase rumput pakchong terhadap kadar lemak, berat jenis, dan BKTL susu kambing PE. *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan*, 7(1), 57-62. <https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jrip.2023.7.1.63-71>
- Lubis, M. H. (2023). *Kualitas Susu Sapi Friesian Holstein (Kadar Air, Berat Jenis, dan Total Koloni Bakteri) pada Tingkat Laktasi Berbeda di Peternakan Moosa Edufarm*. Disertasi. Universitas Andalas.
- Lumpkin, T. A., & Plucknett, D. L. (1982). *Azolla As A Green Manure: Use and Management in Crop Production*. Avalon Publishing. Washington.
- Maheswari, R. R. (2004). *Penanganan dan Pengolahan Hasil Ternak Perah*. Buku Ajar. Institut Pertanian Bogor.
- Mahfudz, L. D. (2006). Ampas tahu fermentasi sebagai bahan pakan ayam pedaging. *Caraka Tani*, 21(1), 39–45.
- Maryana, B., Sihite, M., & Triastanti, R. K. (2024). Kadar lemak, solid non fat, total padatan, dan density susu kambing pasteurisasi dengan penambahan ekstrak daun ubi jalar ungu pada waktu penyimpanan yang berbeda. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/jthp.v5i1.47028>
- Maswada, H. F., Abd El-Razek, U. A., El-Sheshtawy, A., & Mazrou, Y. S. (2021). Effect of *Azolla filiculoides* on growth, physiological and yield attributes of maize grown under water and nitrogen deficiencies. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40(2), 558–573.
- Mishra, S., Khune, V. N., Bara, S., & Banjara, S. (2013). Nutritional evaluation of *Azolla pinnata*. *Journal Science and Technology*, 4(3), 207–214.
- Morgan C., Gunnell, D., Healing, T. D., & Lamerton, S. D. (2012). Medicinal properties of goat milk. *Journal Dairy Goat*, 90(1), 241-250.

- Muhtaromah, E. Z., Pangestu, E., Christiyanto, M., & Nuswantara, L. K. (2021). Penggantian Ampas Tahu dengan Level Konsentrat Berbeda terhadap Pemanfaatan Energi Ransum. *Prosiding Seminar Teknologi Dan Agribisnis Peternakan VIII-Webinar, 2019*, 24–25.
- Mukhtar, A. (2006). *Ilmu Produksi Ternak Perah*. LPP UNS dan UNS Press. Semarang.
- Mulyasari, M. (2011). Potensi Daun Ketela Pohon sebagai Salah Satu Sumber Bahan Baku Pakan Ikan. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, 1*(1), 901–904.
- Muryanto, & Pramono, D. (2012). Potensi Sumber Daya Genetik Kambing Kaligesing sebagai Galur Ternak Lokal. *Prosiding Seminar Nasional Kemandirian Pangan, 99–113*. Universitas Padjadjaran dan BPTP Jawa Barat.
- Mutamimah, L., Utami, S., & Sudewo, A. T. A. (2013). Kajian kadar lemak dan bahan kering tanpa lemak susu kambing Sapera di Cilacap dan Bogor. *Jurnal Animal Sains, 1*(3), 27–31.
- Narwati. (2023). *Monograf Minimasi Hidrogen Sianida Kulit Umbi Ketela Pohon*. Zifatama Jawara. Jawa Timur.
- Nastiti, M. A. (2014). Pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dan suhu pengeringan terhadap karakteristik tepung ampas tahu. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis, 2*(2), 100–106.
- Nirmagustina, D. E., Khoirunnisa, A., Latifah, I. F., & Astuti, W. (2024). Chemical, physical, and sensory characteristics of powdered goat milk with the addition of fruit by evaporation method. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu, 12*(3), 196–209.
- Nugraha, B. K., Salman, L. B., & Hernawan, E. (2016). Kajian kadar lemak, protein dan bahan kering tanpa lemak susu sapi perah Fries Holland pada pemerahan pagi dan sore di KPSBU Lembang. *Jurnal Universitas Padjadjaran, 5*(4), 1–15.
- Nuraini, S. A., Latif, & Sabrina. (2007). Peningkatan Kualitas Limbah Agroindustri dengan Kapang *Urospora crasa* sebagai Pakan Ternak Unggas. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*. Dikti. Lembaga Penelitian Universitas Andalas.
- Nurlaha A., & Asminaya, N. (2014). Identifikasi jenis hijauan makanan ternak di lahan persawahan desa Babakan kecamatan Dramaga Kabupaten Bogor. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis, 1*(1), 54–62.
- Pamungkas, W. (2011). Teknologi fermentasi, alternatif solusi dalam upaya pemanfaatan bahan pakan lokal. *Media Akuakultur, 6*(1), 43–48.
- Park G. F. (2006). *Therapeutic and Hypoallergenic Values of Goat Milk and Implication of Food Allergy*. Blackwell Publishing Professional. Oxford.

- Park, M., Ramos, M., Haenlein, G., & Park, Y. (2007). Physico chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68(1), 88–113.
- Pillai, K. (2001). Azolla-a sustainable feed substitute for livestock. *SEDME (Small Enterprises Development, Management & Extension Journal)*, 28(4), 51–58.
- Praharani, L., Rantan, K., & Budiharsana. (2013). Evaluasi Performa Produksi Dan Kebutuhan Nutrisi Kambing Perah Persilangan (F-1 Anglo Nubian x PE) dan Pembandingnya (AN, PE, dan Saper). *Loka Penelitian Kambing*. Deli Serdang. Sumatera Utara.
- Pramono, A., Indriarta, A. C., & Cahyadi, M. (2023). Pengaruh waktu pemerahan terhadap kualitas fisik dan komposisi kimia susu sapi di PT. UPBS. *Journal of Livestock and Animal Health*, 6(2), 112–116.
<https://doi.org/10.32530/jlah.v6i2.33>
- Prihanani, N. I., Atmojo, T., Haryadi, F., Dalimunthe, N. W., Maulina, T. R., Dewi, V. K., & Laraswati, M. I. (2024). Analysis of milk goat quality in the Etawa crossbreed goat farming group in Samigaluh District, Kulon Progo, Yogyakarta. *Buletin Veteriner Udayana*, 16(4), 1103–1110.
- Rahmawati, F. D., & Juwitaningtyas, T. (2024). Quality analysis of fresh milk based on specific gravity parameters at Cv Cita Nasional in Central Java, Indonesia. *Journal of Novel Engineering Science and Technology*, 3(02), 54–58.
- Ramadhan, B. G., Suprayogi, T. H., & Sustiyah, A. (2013). Tampilan produksi susu dan kadar lemak susu kambing Peranakan Etawa akibat pemberian pakan denganimbangan hijauan dan konsentrat yang berbeda. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 353–361.
- Rangkuti, J. H. (2011). *Produksi dan Kualitas Susu Kambing Peranakan Etawa (PE) pada Kondisi Tatalaksana yang Berbeda*. Buku Ajar. Institut Pertanian Bogor.
- Ratya, E., & Arief, I. I. (2017). Karakteristik kimia, fisik dan mikrobiologis susu kambing Peranakan Etawa di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 5(1), 1–4.
- Rianto, D., Dartosukarno, S., & Purnomoadi, A. (2006). Pengaruh Metode Pemberian Pakan terhadap Produktivitas Domba Ekor Tipis. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, (pp. 361-364).
- Rokhayati, U. A., Gubali, S. I., & Dako, S. (2022). Uji kadar lemak dan protein air susu kambing etawa dengan pemeliharaan secara tradisional. *Gorontalo Journal of Equatorial Animals*, 1(2). 66-72.
- Rosiartio, R., Suranindyah, Y., Bintara, S., & Ismaya. (2015). Produksi dan komposisi susu kambing Peranakan Etawa di dataran tinggi dan rendah Daerah Istimewa Yogyakarta. *Buletin Peternakan*, 39(3), 180–188.

- Samanta, G., & Tamang, Y. (1995). Feeding value of Azolla (*Azolla pinnata*) in goats. *Annales de Zootechnie*, 44(11), 62-65.
- Sanginga, N., & Van Hove, C. (1989). Amino acid composition of Azolla as affected by strains and population density. *Plant and Soil*, 117(2), 263–267.
- Sari, B., Wulandari, S., & D. P., H. (2019). Efektivitas pemberian konsentrat dengan kandungan protein kasar 16–18% pada kambing perah di wilayah tropis. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 21(1), 34–40.
- Sari, D. K., Nurdin, N. M., & Febrisiantosa, A. (2021). Comparative analysis of milk composition between Etawa crossbreed and Saanen goat milk: Implications for functional food development. *Tropical Animal Science Journal*, 44(3), 345–354.
- Sari, N. A., Sustiyah, A., & Legowo, A. M. (2014). Total bahan padat, kadar protein, dan nilai kesukaan keju mozarella dari kombinasi susu kerbau dan susu sapi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(4), 152–156.
- Sembiring, S. B. (2002). *Pengaruh Pemberian Kultur Bacillus Sp. terhadap Produksi dan Susu Sapi Perah Fries Holland*. Disertasi. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan, T. dan Tanius, A. (2005). *Beternak Kambing Perah Peranakan Etawa*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Setyorini, D. A., Rochmi, S. E., Suprayogi, T. W., & Lamid, M. (2020). Kualitas dan kuantitas produksi susu sapi di Kemitraan PT. Greenfields Indonesia ditinjau dari ketinggian tempat. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 15(4), 426–433. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.15.4.426-433>
- Sharma, N. K., Joshi, M., Sharma, A., Singh, G., Ram, U., & Sharma, S. K. (2020). Study of chemical composition of green azolla (*Azolla pinnata*). *International Journal of Chemical Studies*, 8(6), 3027–3029. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i6aq.11975>
- Sholeh, M. I., Sulastri, Qisthon, A., & Husni, A. (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), 157–167. <https://doi.org/10.23960/jrip.2021.5.3.157-167>
- Siregar, S. (1999). *Ransum Ternak Ruminansia*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sitepu, T., Sukada, I. M., & Bebas, W. (2025). The effect of milking time on the production of Etawa goat milk at Raka Etawa Farm, Singapadu, Sukawati Sub District, Gianyar Regency. *Buletin Veteriner Udayana*, 17(3), 574-580.
- Sodiq, A., & Abidin. (2008). *Meningkatkan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawa*. Agromedia Pustaka. Jakarta.

- Soeharsono. (2008). *Fisiologi Laktasi*. Universitas Padjadjaran.
- Subandriyo. (2008). Goat Genetic Resources and Production in Indonesia. *Proceeding of International Seminar for Goat Production* (pp. 176–178).
- Suhendra W. T., Nugraheni, Y. L., Hartati, L., D. (2020). Correlation of fat and lactose content with specific gravity of Friesian Holstein cow's milk in Ngablak Sub-District, Magelang Regency. *Agrinimal: Jurnal Ilmu Peternakan Dan Pertanian*, 8(2), 88–91.
- Sujatha, T., & Jeyakumar, S. (2009). Azolla as feed supplement for livestock and backyard poultry. *Indian Farming*, 59(12), 22–24.
- Sukarini, I. A. M. (2012). Produksi dan komposisi air susu kambing Peranakan Etawah yang diberi tambahan konsentrat pada awal laktasi. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 9(1), 1–12.
- Sumarmono, J. (2012). Komposisi dan processability susu kambing Peranakan Etawa. *Jurnal Pascapanen Peternakan*, 1(1), 1–8.
- Tanuwiria, U. H., & Christi, F. (2020). Pengaruh pemberian lemna minor sebagai pakan sapi perah terhadap kadar lemak, berat jenis, dan bahan kering tanpa lemak susu Friesian Holstein. *10(2)*, 153–158.
<https://doi.org/10.46549/jipvet.v10i2.102>
- Thailand Agricultural Standard. (2008). *TAS 606-2008: Raw goat milk*. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, Ministry of Agriculture and Cooperatives. Thailand.
- Tillman, A. D., Hartadi, H., Reksohadiprodjo, S., Prawiro Kusuma, S., & Lebdoesoekoekojo, S. (1998). *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Utami, S. (2012). *Study of Specific Gravity and Total Solid of Saanen Goat Milk, Java Randu, and Etawa Farm*. Skripsi. Universitas Jenderal Soedirman.
- Utari, F. D., Prasetyono, B., & Muktiani, A. (2012). Kualitas susu kambing perah Peranakan Etawa yang diberi suplementasi protein terproteksi dalam wafer pakan komplit berbasis limbah agroindustri. *Animal Agriculture Journal*, 1(1), 427–441.
- Vishweshwar N., Krishnaiah, N., & Sunder, P. R (2005). *Quality Control of Milk and processing*. State institute of vocational education director of intermediate education govt. of Andhra pradeshsindoor graphics. India.
- Wagner, G. M. (1997). Azolla: A review of its biology and utilization. *Botani Review*, 63(1), 1–26.

- Widodo, T. Y., & Soediarso, P. (2020). Perbandingan Pengaruh Laktosa dan Mineral terhadap Berat Jenis Susu Sapi dan Kambing di Kabupaten Banyumas. *Proceedings Seminar Nasional LPPM Unsoed*, 9(1).
- Wijaya Z., & Elihasridas, M. (2023). Pengaruh pemberian leguminosa indigofera sebagai pengganti konsentrat dalam ransum kambing PE terhadap kualitas susu, produksi dan pencernaan zat makanan. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari*, 23(2), 1111–1117.
- Yuliarni, I. (2017). *Total Solid dan Non Fat Susu Kambing Peranakan Etawa serta Jumlah Telur Cacing Kambing dengan Pemberian Suplemen Ara Sungsang (Asystasia gangetica)*. Skripsi. Universitas Andalas.
- Zain, W. N. (2013). Kualitas susu kambing segar di peternakan Umban Sari dan Alam Raya kota Pekanbaru. *Jurnal Peternakan*, 10(1), 24-30.
- Zurriyanti, Y., Noor, R., & Maheswari, R. (2011). Analisis molekuler genotipe kappa kasein (k-kasein) dan komposisi susu kambing Peranakan Etawa, Saanen dan Persilangannya. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 16(1), 61–70.