

Keberlanjutan Sumber Daya Ekologi Pendukung Pengembangan Sapi Pedaging di Kabupaten Bima

Kharismafullah^{1*}, Aminurrahman²

¹Program Studi Agribisnis Peternakan, Politeknik AMA, 84116, Kota Bima, Indonesia

²Fakultas Peternakan, Universitas Mataram, 83125, Mataram, Indonesia

Corresponding Author's e-mail : aminurrahman@staff.unram.ac.id

ARMADA
JURNAL PENELITIAN MULTIDISIPLIN

e-ISSN: 2964-2981

ARMADA : Jurnal Penelitian Multidisiplin

<https://ejournal.45mataram.ac.id/index.php/armada>

Vol. 04, No. 07 Juli, 2026

Page: 3297-3308

DOI:

<https://doi.org/10.55681/armada.v4i7.3758>

Article History:

Received: Mei 01, 2026

Revised: Juni 11, 2026

Accepted: Juli 18, 2026

Abstract : Beef cattle development in Bima Regency plays a strategic role in supporting food security, increasing community income, and strengthening the regional economy. Its sustainability depends strongly on ecological resources that provide feed, land, water, and environmental conditions supporting livestock productivity. This study aims to analyse ecological resource sustainability as a supporting factor for beef cattle development in Bima Regency. It applies a descriptive quantitative approach using secondary data on livestock populations, land area and use, forage potential, and agricultural waste. The analysis identifies feed potential and regional carrying capacity to assess the ecological capacity to support beef cattle populations. The findings show that Bima Regency has substantial ecological potential, particularly from natural forage on rice fields and mountainous areas, alongside agricultural waste. Dry matter feed availability is relatively higher than the requirements of the current livestock population. This condition creates opportunities to increase beef cattle populations. However, development should include local resource-based feed management, agricultural waste utilisation, land conservation, water management, and feed technology application to effectively maintain balance between livestock populations and environmental carrying capacity.

Keywords: Ecological Sustainability; Ecological Resources; Beef Cattle; Regional Carrying Capacity.

Abstrak : Pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima berperan strategis dalam mendukung ketahanan pangan, meningkatkan pendapatan masyarakat, dan memperkuat ekonomi wilayah. Keberlanjutannya sangat dipengaruhi oleh kemampuan sumber daya ekologi dalam menyediakan pakan, lahan, air, dan lingkungan yang mendukung produktivitas ternak. Penelitian ini bertujuan menganalisis keberlanjutan sumber daya ekologi sebagai faktor pendukung pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan memanfaatkan data sekunder mengenai populasi ternak, luas dan pemanfaatan lahan, potensi hijauan pakan, serta limbah pertanian. Analisis dilakukan melalui identifikasi potensi pakan dan daya dukung wilayah untuk menilai kapasitas ekologis dalam menopang populasi sapi pedaging. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kabupaten Bima memiliki potensi ekologis yang besar, terutama dari hijauan alami pada lahan sawah dan kawasan pegunungan serta limbah pertanian. Ketersediaan bahan

kering pakan relatif lebih tinggi dibandingkan kebutuhan populasi ternak saat ini. Kondisi ini membuka peluang peningkatan populasi sapi pedaging. Namun, pengembangannya perlu disertai pengelolaan pakan berbasis sumber daya lokal, pemanfaatan limbah pertanian, konservasi lahan, pengelolaan air, dan penerapan teknologi pakan agar keseimbangan antara populasi ternak dan daya dukung lingkungan tetap terjaga.

Kata kunci: Keberlanjutan Ekologis; Sumber Daya Ekologi; Sapi Pedaging; Daya Dukung Wilayah

PENDAHULUAN

Pengembangan sapi pedaging merupakan salah satu subsektor strategis dalam pembangunan peternakan karena berperan dalam penyediaan pangan asal hewan, peningkatan pendapatan rumah tangga peternak, penciptaan lapangan kerja, serta penguatan ekonomi wilayah perdesaan. Peningkatan kebutuhan daging sapi sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan perubahan pola konsumsi masyarakat menyebabkan pengembangan populasi sapi pedaging perlu dilakukan secara terencana dan berkelanjutan. Namun, peningkatan populasi ternak tidak dapat hanya berorientasi pada aspek produksi, melainkan harus mempertimbangkan kemampuan lingkungan dalam menyediakan sumber daya yang dibutuhkan ternak. Ketersediaan lahan, hijauan pakan, air, dan sumber pakan alternatif menjadi komponen penting yang menentukan keberlanjutan sistem produksi peternakan. Pendekatan pengembangan peternakan berbasis daya dukung ekologis diperlukan agar peningkatan populasi ternak tidak menyebabkan tekanan berlebihan terhadap sumber daya alam dan lingkungan (Mekuria et al., 2022; Widiati et al., 2022).

Keberlanjutan sumber daya ekologi dalam pengembangan sapi pedaging pada dasarnya berkaitan dengan keseimbangan antara kapasitas lingkungan dan kebutuhan ternak. Sistem peternakan yang memanfaatkan sumber daya secara berlebihan berpotensi menimbulkan degradasi lahan, penurunan produktivitas hijauan, kompetisi pemanfaatan air, serta penurunan kualitas ekosistem. Sebaliknya, pengelolaan sumber daya secara efisien melalui integrasi tanaman-ternak, pemanfaatan limbah pertanian, pengelolaan padang penggembalaan, dan konservasi lahan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya sekaligus memperkuat ketahanan sistem peternakan. Oleh karena itu, evaluasi terhadap keberlanjutan sumber daya ekologis menjadi bagian penting dalam perencanaan pengembangan sapi pedaging berbasis wilayah (Dumont et al., 2023; Sari et al., 2023).

Pakan merupakan salah satu faktor ekologis paling menentukan dalam keberlanjutan usaha sapi pedaging karena kebutuhan nutrisi ternak harus dipenuhi secara kontinu sepanjang tahun. Ketergantungan yang tinggi terhadap pakan dari luar wilayah dapat meningkatkan biaya produksi dan memperbesar kerentanan peternak terhadap perubahan harga serta ketersediaan bahan pakan. Dalam konteks wilayah pertanian, limbah tanaman pangan seperti jerami padi, jerami jagung, dan limbah komoditas lainnya memiliki peluang besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber pakan melalui pengolahan dan peningkatan kualitas nutrisi. Pemanfaatan sumber daya pakan lokal juga mendukung prinsip ekonomi sirkular karena mengubah produk samping pertanian menjadi input produktif dalam sistem peternakan. Dengan demikian, pengukuran potensi hijauan dan limbah pertanian perlu menjadi dasar dalam menentukan kapasitas pengembangan populasi sapi pedaging (Perwitasari et al., 2025; Suwignyo et al., 2025).

Kabupaten Bima memiliki karakteristik wilayah yang berpotensi mendukung pengembangan sapi pedaging melalui ketersediaan lahan pertanian, lahan kering, kawasan pegunungan, serta berbagai sumber biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Aktivitas pertanian tanaman pangan menghasilkan limbah pertanian dalam jumlah relatif besar yang berpotensi diintegrasikan dengan usaha peternakan. Integrasi tersebut dapat menciptakan hubungan timbal balik antara subsektor tanaman pangan dan peternakan, yaitu limbah pertanian dimanfaatkan sebagai pakan, sedangkan kotoran ternak dapat dikembalikan ke lahan sebagai pupuk organik. Model integrasi ini dapat meningkatkan efisiensi sumber daya dan mengurangi limbah, tetapi

keberhasilannya sangat bergantung pada kemampuan pengelolaan, teknologi pengolahan pakan, dan aksesibilitas sumber daya di tingkat peternak (Yulianso et al., 2025; Perwitasari et al., 2025). Studi Perwitasari et al. (2025) menunjukkan bahwa analisis daya dukung pakan berbasis limbah pertanian dan pendekatan spasial dapat digunakan untuk mengidentifikasi kapasitas wilayah dalam mendukung populasi sapi pedaging.

Selain pakan, keberlanjutan pengembangan sapi pedaging juga dipengaruhi oleh kondisi lahan dan ekosistem sebagai ruang produksi. Peningkatan kepadatan ternak yang tidak diimbangi dengan pengelolaan lahan yang baik dapat meningkatkan risiko tekanan penggembalaan, degradasi vegetasi, erosi tanah, dan penurunan produktivitas sumber daya pakan. Oleh sebab itu, pengembangan peternakan harus mempertimbangkan kapasitas ekologis wilayah dan tingkat pemanfaatan sumber daya yang masih dapat ditoleransi oleh ekosistem. Pendekatan pengelolaan penggembalaan yang adaptif, pemeliharaan vegetasi, dan pengaturan intensitas pemanfaatan lahan menjadi bagian penting dalam mempertahankan produktivitas ekosistem dalam jangka panjang (Messner et al., 2025; Yu et al., 2026). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa konsep daya dukung padang penggembalaan perlu dikaitkan dengan risiko keberlanjutan ekosistem, sehingga jumlah ternak yang dipelihara tidak semata-mata ditentukan berdasarkan luas lahan, tetapi juga berdasarkan kemampuan ekosistem dalam mempertahankan produktivitasnya.

Perspektif keberlanjutan sumber daya ekologi juga perlu memperhatikan hubungan antara peningkatan populasi ternak dan dampak lingkungan. Sistem produksi sapi pedaging memiliki keterkaitan yang kompleks dengan penggunaan lahan, ketersediaan pakan, penggunaan air, emisi, serta kondisi sosial ekonomi masyarakat. Oleh karena itu, peningkatan populasi sapi tidak dapat dipandang sebagai indikator tunggal keberhasilan pembangunan peternakan. Peningkatan populasi harus diikuti dengan peningkatan kapasitas sumber daya, efisiensi produksi, dan kemampuan pengelolaan lingkungan. Pendekatan keberlanjutan yang mengintegrasikan aspek ekologis, ekonomi, dan sosial diperlukan untuk memastikan bahwa pengembangan peternakan memberikan manfaat jangka panjang tanpa mengurangi kemampuan sumber daya alam untuk mendukung generasi berikutnya (Joshi et al., 2026; Rojas-Downing et al., 2022). Kajian mengenai dampak lingkungan dan tata kelola sistem produksi sapi menunjukkan bahwa keberlanjutan peternakan membutuhkan pendekatan multidimensi yang tidak hanya berfokus pada peningkatan produktivitas, tetapi juga pada efisiensi sumber daya dan pengelolaan dampak ekologis.

Dalam konteks Kabupaten Bima, kajian mengenai keberlanjutan sumber daya ekologi menjadi semakin penting karena pengembangan populasi sapi pedaging perlu diselaraskan dengan kapasitas daya dukung wilayah. Potensi sumber daya pakan yang tersedia harus dibandingkan dengan kebutuhan pakan ternak agar dapat diketahui apakah wilayah berada dalam kondisi surplus, seimbang, atau mengalami tekanan ekologis. Informasi tersebut dapat digunakan untuk menentukan arah pengembangan populasi sapi pedaging, baik melalui peningkatan jumlah ternak, optimalisasi produktivitas, maupun penguatan teknologi pengolahan pakan. Selain itu, pemetaan sumber daya ekologis dapat membantu mengidentifikasi wilayah prioritas pengembangan peternakan berdasarkan ketersediaan pakan dan kemampuan lingkungan. Pendekatan berbasis daya dukung menjadi semakin relevan karena kapasitas ekologis tidak bersifat tetap, tetapi dapat berubah akibat perubahan penggunaan lahan, iklim, pola produksi pertanian, dan intensitas pemanfaatan sumber daya (Yu et al., 2026; Perwitasari et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima memerlukan pendekatan yang menempatkan sumber daya ekologi sebagai fondasi utama pembangunan peternakan berkelanjutan. Ketersediaan hijauan alami, limbah pertanian, lahan, air, dan kemampuan ekosistem dalam menopang populasi ternak perlu dianalisis secara terpadu untuk memperoleh gambaran mengenai tingkat keberlanjutan wilayah. Kajian ini penting untuk menjembatani kebutuhan peningkatan populasi sapi pedaging dengan keterbatasan sumber daya ekologis yang tersedia. Dengan demikian, penelitian mengenai keberlanjutan sumber daya ekologi pendukung pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi perencanaan pengembangan populasi ternak, optimalisasi pemanfaatan sumber daya lokal, serta perumusan kebijakan pembangunan peternakan yang efisien dan berkelanjutan. Pendekatan tersebut sejalan dengan kebutuhan pengelolaan sistem peternakan yang mampu

menjaga keseimbangan antara produktivitas ternak, kapasitas daya dukung lingkungan, dan keberlanjutan ekosistem dalam jangka panjang (Yulianso et al., 2025; Joshi et al., 2026).

METODE PENELITIAN

Analisis keberlanjutan sumber daya ekologi pendukung pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima dilakukan menggunakan metode Rapid Appraisal for Fisheries (Rapfish) yang diadaptasi untuk sistem peternakan sapi pedaging dengan pendekatan Multidimensional Scaling (MDS). Metode ini digunakan untuk memperoleh gambaran tingkat keberlanjutan berdasarkan sejumlah atribut yang merepresentasikan kondisi ekologis wilayah. Dalam penelitian ini, dimensi ekologi menjadi fokus utama dengan atribut yang meliputi ketersediaan hijauan pakan, potensi limbah pertanian sebagai pakan, luas lahan pendukung peternakan, ketersediaan sumber air, kualitas dan produktivitas lahan, daya dukung pakan, serta tingkat pemanfaatan sumber daya ekologis. Setiap atribut diberikan skor berdasarkan kondisi aktual wilayah, kemudian dianalisis menggunakan MDS untuk menghasilkan ordinasi dan indeks keberlanjutan pada skala 0–100. Pendekatan MDS-Rapfish banyak digunakan untuk mengevaluasi keberlanjutan secara multidimensi karena mampu menyederhanakan sejumlah atribut menjadi posisi ordinasi yang menggambarkan status keberlanjutan suatu sistem (Nawangsari & Ismaili, 2022; Nugrahapsari et al., 2023). Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa MDS-Rapfish dapat diterapkan pada berbagai sistem pengelolaan sumber daya dengan dimensi ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan, dan teknologi yang disesuaikan dengan karakteristik objek penelitian (Aurellia et al., 2026; Amalia et al., 2026).

Tahapan analisis Rapfish dilakukan melalui beberapa proses, yaitu penentuan dimensi dan atribut keberlanjutan, pemberian skor pada setiap atribut berdasarkan kondisi empiris, standardisasi data, analisis ordinasi menggunakan MDS, penentuan indeks keberlanjutan, serta analisis leverage untuk mengidentifikasi atribut yang paling sensitif terhadap perubahan nilai keberlanjutan. Nilai indeks keberlanjutan kemudian dikelompokkan ke dalam kategori status keberlanjutan, yaitu nilai 0–25 dikategorikan tidak berkelanjutan, 25,01–50 kurang berkelanjutan, 50,01–75 cukup berkelanjutan, dan 75,01–100 berkelanjutan. Analisis leverage dilakukan dengan melihat perubahan Root Mean Square (RMS) atau nilai sensitivitas setiap atribut terhadap hasil ordinasi. Atribut dengan nilai RMS terbesar dianggap paling sensitif dan menjadi faktor prioritas dalam perumusan strategi peningkatan keberlanjutan. Pendekatan tersebut relevan untuk penelitian pengembangan sapi pedaging karena memungkinkan identifikasi faktor ekologis yang paling menentukan kemampuan wilayah dalam mendukung peningkatan populasi ternak secara berkelanjutan (Savitri et al., 2025; Perwitasari et al., 2025). Penggunaan MDS-Rapfish juga telah diterapkan untuk mengidentifikasi atribut sensitif dan menentukan prioritas intervensi dalam pengelolaan sistem pertanian berkelanjutan (Ghifari et al., 2025; Parsaulian et al., 2025).

Keandalan hasil analisis MDS-Rapfish diuji melalui analisis Monte Carlo dan nilai Mean Square Deviation (MSD) untuk mengevaluasi tingkat ketidakpastian dan kestabilan hasil ordinasi. Analisis Monte Carlo dilakukan dengan melakukan pengulangan simulasi terhadap data atau skor atribut sehingga dapat diketahui tingkat penyimpangan hasil indeks keberlanjutan akibat kesalahan pemberian skor maupun variasi data. Sementara itu, MSD digunakan untuk mengukur rata-rata kuadrat penyimpangan antara nilai hasil pengamatan atau skor aktual dengan nilai hasil estimasi atau ordinasi. Secara matematis, rumus MSD dapat dituliskan sebagai: $MSD = (1/n) \sum_{i=1}^n (X_i - \hat{X}_i)^2$, dengan MSD adalah Mean Square Deviation, n adalah jumlah atribut atau observasi, X_i adalah nilai aktual atau skor pengamatan ke- i , dan $\hat{X}_i$ adalah nilai estimasi atau hasil ordinasi ke- i . Semakin kecil nilai MSD menunjukkan semakin kecil tingkat penyimpangan dan semakin baik tingkat kestabilan hasil analisis. Hasil MDS kemudian dibandingkan dengan hasil Monte Carlo; apabila perbedaan indeks keberlanjutan relatif kecil, maka hasil ordinasi dinilai memiliki tingkat ketepatan dan kestabilan yang baik. Pengujian semacam ini digunakan dalam studi keberlanjutan berbasis MDS-Rapfish untuk memastikan bahwa hasil analisis tidak terlalu dipengaruhi oleh kesalahan skor maupun ketidakpastian data (Nawangsari & Ismaili, 2022; Savitri et al., 2025). Dengan demikian, metode Rapfish-MDS dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat keberlanjutan sumber daya ekologi serta mengidentifikasi

atribut ekologis yang paling berpengaruh terhadap pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Rapfish

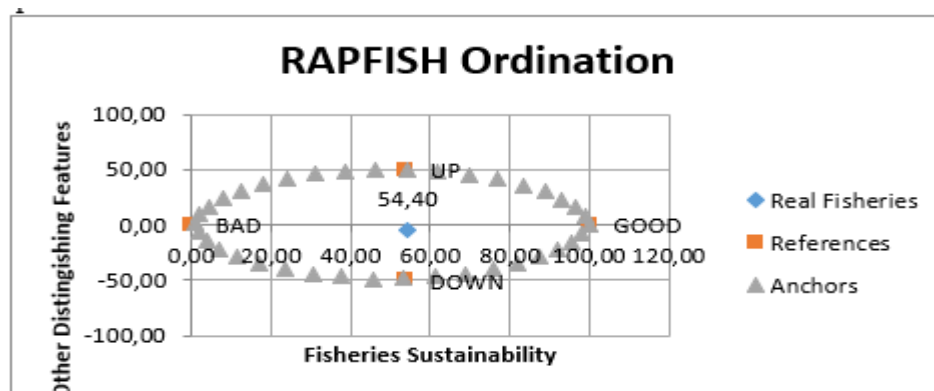
Hasil analisis Rapfish dengan pendekatan Multidimensional Scaling (MDS) menunjukkan bahwa dimensi ekologi sumber daya pendukung pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima memperoleh nilai indeks keberlanjutan sebesar 54,40 dan berada pada kategori cukup berkelanjutan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi ekologis wilayah secara umum telah memiliki kapasitas yang relatif memadai untuk menopang pengembangan sapi pedaging, tetapi belum berada pada tingkat keberlanjutan yang optimal. Posisi indeks yang berada sedikit di atas ambang 50 menunjukkan bahwa sistem ekologis masih menghadapi sejumlah faktor pembatas yang perlu mendapatkan perhatian dalam perencanaan pengembangan peternakan. Temuan ini sejalan dengan Rasyid et al. (2023) yang menunjukkan bahwa keberlanjutan usaha pembibitan sapi potong pada dimensi ekologi sangat dipengaruhi oleh kemampuan wilayah dalam menyediakan sumber daya pendukung produksi secara berkesinambungan. Dengan demikian, status cukup berkelanjutan di Kabupaten Bima dapat dimaknai sebagai peluang sekaligus peringatan agar peningkatan populasi sapi tidak dilakukan tanpa mempertimbangkan kapasitas ekologis wilayah.

Tabel 1. Nilai Indeks dan Parameter Keberlanjutan Ekologi

Dimensi Keberlanjutan	Indeks Keberlanjutan	Status Keberlanjutan	Parameter (%)	
			Stress	R-square
Ekologi	54.40	Cukup Berkelanjutan	0.13	0.95

Sumber : Data Primer, 2026

Nilai indeks keberlanjutan sebesar 54,40 juga mengindikasikan bahwa Kabupaten Bima memiliki fondasi ekologis yang cukup baik, namun masih memerlukan intervensi pengelolaan sumber daya secara lebih terarah. Status ini menunjukkan adanya keseimbangan relatif antara kebutuhan sumber daya ternak dan kemampuan lingkungan dalam menyediakannya, tetapi keseimbangan tersebut masih rentan terhadap perubahan penggunaan lahan, peningkatan populasi ternak, kekeringan, serta perubahan pola produksi pertanian. Dalam konteks wilayah semi-arid seperti Kabupaten Bima, keberlanjutan sumber daya ekologis tidak hanya ditentukan oleh jumlah sumber daya yang tersedia, tetapi juga oleh kontinuitas ketersediaannya sepanjang musim. Zhao et al. (2022) menegaskan bahwa risiko daya dukung ternak perlu dianalisis dengan mempertimbangkan keseimbangan antara produksi tanaman dan pemeliharaan ternak, karena ketidakseimbangan keduanya dapat meningkatkan tekanan terhadap sumber daya lahan dan pakan.



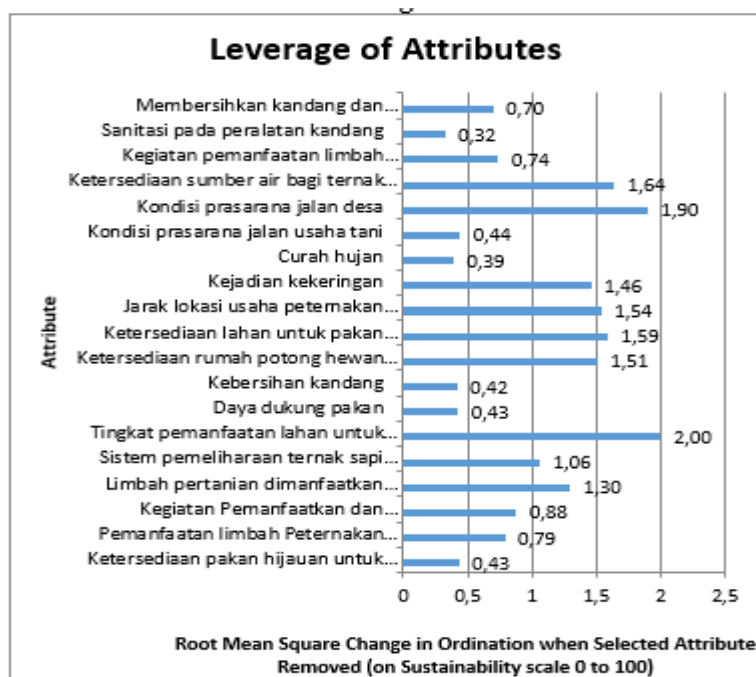
Gambar 1. Rapfish Ordinasi

Sumber : Data Primer, 2026

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai Stress sebesar 0,13 dan R-square sebesar 0,95 memberikan indikasi bahwa konfigurasi ordinasi MDS memiliki tingkat kesesuaian yang baik dalam merepresentasikan kondisi keberlanjutan ekologis. Nilai R-square yang tinggi menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan sebagian besar variasi data atribut yang digunakan dalam analisis, sedangkan nilai Stress yang relatif rendah menunjukkan bahwa tingkat kesalahan dalam pemetaan ordinasi masih dapat diterima. Oleh karena itu, indeks 54,40 dapat digunakan sebagai representasi kondisi keberlanjutan ekologis Kabupaten Bima berdasarkan atribut yang dianalisis. Pendekatan MDS semacam ini penting karena mampu mengintegrasikan sejumlah indikator ekologis ke dalam satu indeks yang lebih mudah digunakan untuk mengevaluasi status keberlanjutan wilayah. Piipponen et al. (2022) juga menekankan pentingnya pendekatan berbasis indikator dalam mengevaluasi keberlanjutan sistem peternakan karena hubungan antara produksi ternak, sumber daya alam, dan lingkungan bersifat kompleks.

Analisis Leverage

Analisis leverage memperlihatkan bahwa tingkat pemanfaatan lahan untuk pertanian dan peternakan merupakan atribut paling sensitif dengan nilai RMS sebesar 1,998. Temuan ini menunjukkan bahwa perubahan intensitas penggunaan lahan dapat memberikan pengaruh paling besar terhadap perubahan status keberlanjutan ekologis. Tingginya sensitivitas atribut tersebut mengindikasikan bahwa pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima harus memperhatikan keseimbangan antara penggunaan lahan untuk produksi tanaman pangan dan kebutuhan ruang untuk peternakan. Pemanfaatan lahan yang terlalu intensif dapat mengurangi ketersediaan ruang untuk produksi hijauan, sementara ekspansi peternakan yang tidak terkendali dapat meningkatkan tekanan terhadap lahan pertanian. Lessmann et al. (2024) menjelaskan bahwa perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu faktor penting yang menentukan ketahanan ekosistem dan keberlanjutan sistem produksi berbasis sumber daya alam, sehingga perencanaan wilayah menjadi komponen penting dalam menjaga keseimbangan ekologis.



Gambar 2. Leverage of Attributes

Sumber : Data Primer, 2026

Ketersediaan lahan untuk pakan ternak menjadi atribut sensitif berikutnya dengan nilai RMS sebesar 1,590. Kondisi ini memperlihatkan bahwa keberlanjutan pengembangan sapi pedaging sangat bergantung pada kemampuan wilayah menyediakan ruang produksi hijauan secara berkelanjutan. Lahan pakan tidak harus selalu berupa padang penggembalaan khusus, tetapi dapat

berasal dari lahan pertanian, lahan perkebunan, tegalan, maupun kawasan lain yang menghasilkan biomassa pakan. Keterbatasan lahan pakan dapat menjadi hambatan apabila populasi ternak meningkat lebih cepat dibandingkan kapasitas produksi hijauan. Oleh sebab itu, strategi pengembangan sapi pedaging perlu diarahkan pada optimalisasi lahan yang tersedia melalui penanaman hijauan unggul, pemanfaatan lahan marginal, dan integrasi tanaman pakan dengan sistem pertanian. Wenno et al. (2023) menunjukkan bahwa pengukuran daya dukung hijauan penting dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu wilayah dalam menopang populasi ternak secara berkelanjutan.

Atribut kondisi prasarana jalan usaha tani juga menunjukkan sensitivitas yang tinggi dengan nilai RMS sebesar 1,898. Hasil ini menunjukkan bahwa keberlanjutan ekologi dalam sistem peternakan tidak hanya berkaitan dengan keberadaan sumber daya alam, tetapi juga dipengaruhi oleh kemampuan peternak mengakses dan memanfaatkan sumber daya tersebut. Jalan usaha tani yang baik memungkinkan peternak memperoleh pakan, mengangkut limbah pertanian, mendistribusikan hasil produksi, serta menghubungkan sentra peternakan dengan lokasi sumber pakan. Sebaliknya, keterbatasan akses dapat menyebabkan sumber daya pakan yang melimpah di suatu wilayah tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh wilayah lain yang mengalami kekurangan. Arini et al. (2025) menunjukkan bahwa pemetaan potensi lahan dan daya dukung wilayah menjadi semakin penting ketika dikaitkan dengan aksesibilitas dan distribusi sumber daya antarwilayah.

Kondisi prasarana jalan desa yang memiliki nilai RMS sebesar 1,640 juga menunjukkan bahwa infrastruktur transportasi merupakan faktor penting dalam keberlanjutan pengembangan sapi pedaging. Jalan desa berfungsi sebagai jaringan penghubung antara peternak, sumber pakan, pasar, fasilitas kesehatan hewan, dan sarana pendukung lainnya. Infrastruktur yang memadai dapat mengurangi biaya transportasi dan mempercepat mobilitas input maupun output peternakan. Dalam konteks ekologis, infrastruktur yang baik juga memungkinkan distribusi pakan dari wilayah surplus menuju wilayah defisit sehingga tekanan terhadap sumber daya lokal dapat dikurangi. Satria et al. (2024) menjelaskan bahwa pengembangan sistem peternakan berkelanjutan memerlukan dukungan infrastruktur yang mampu memperkuat efisiensi pemanfaatan sumber daya lokal dan meningkatkan konektivitas antarwilayah produksi.

Ketersediaan Rumah Potong Hewan (RPH) memiliki nilai RMS sebesar 1,507 dan termasuk atribut yang relatif sensitif terhadap keberlanjutan dimensi ekologi. Meskipun RPH lebih sering dikaitkan dengan aspek hilirisasi dan ekonomi peternakan, keberadaannya juga memiliki keterkaitan dengan pengelolaan lingkungan. RPH yang memadai memungkinkan proses pemotongan dilakukan secara lebih terkontrol, termasuk pengelolaan limbah padat dan cair, sanitasi, serta pemanfaatan hasil samping. Sebaliknya, pemotongan ternak secara tidak terkontrol dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan meningkatkan risiko kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, pengembangan RPH yang memenuhi standar teknis dan lingkungan perlu dipandang sebagai bagian dari sistem keberlanjutan peternakan. Thornton et al. (2022) menegaskan bahwa keberlanjutan sistem peternakan memerlukan integrasi antara aspek produksi, pengolahan, kesehatan, lingkungan, dan tata kelola rantai nilai.

Atribut kegiatan pemanfaatan dan pengolahan limbah pertanian memiliki nilai RMS sebesar 0,878, yang menunjukkan tingkat sensitivitas menengah. Meskipun bukan atribut paling dominan dalam hasil leverage, pemanfaatan limbah pertanian tetap memiliki peran strategis karena Kabupaten Bima memiliki basis pertanian yang menghasilkan biomassa dalam jumlah besar. Limbah tanaman pangan, terutama jerami jagung, dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan pakan setelah melalui proses pengolahan yang tepat. Pengolahan tersebut dapat meningkatkan palatabilitas dan pencernaan serta memperpanjang masa simpan pakan. Integrasi tanaman pangan dan peternakan juga dapat mengurangi pembakaran terbuka limbah pertanian yang berpotensi menimbulkan emisi dan pencemaran udara. Anggriani et al. (2023) menunjukkan bahwa potensi hijauan dan limbah pertanian di Kabupaten Bima dapat menjadi sumber pakan penting dalam mendukung pengembangan ternak ruminansia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa atribut limbah pertanian yang dimanfaatkan sebagai pakan memiliki nilai RMS sebesar 1,298. Nilai tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan

pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan keberlanjutan ekologis. Kabupaten Bima memiliki potensi bahan kering limbah pertanian yang sangat besar, sehingga penguatan sistem pemanfaatan limbah dapat mengurangi ketergantungan terhadap hijauan alami. Selain meningkatkan ketersediaan pakan, pemanfaatan limbah pertanian juga menciptakan pola ekonomi sirkular antara sektor tanaman pangan dan peternakan. Limbah yang sebelumnya tidak bernilai dapat dikonversi menjadi input produksi ternak. Perwitasari et al. (2025) menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah pertanian dan analisis daya dukung berbasis spasial dapat menjadi pendekatan penting dalam menentukan wilayah yang memiliki kapasitas pengembangan sapi pedaging.

Ketersediaan sumber air bagi ternak memiliki nilai RMS sebesar 0,738 dan menunjukkan sensitivitas yang relatif lebih rendah dibandingkan atribut pemanfaatan lahan dan infrastruktur. Namun, rendahnya nilai sensitivitas tersebut tidak berarti bahwa air tidak penting bagi keberlanjutan peternakan. Air tetap merupakan kebutuhan dasar ternak yang berpengaruh terhadap konsumsi pakan, metabolisme, pertumbuhan, reproduksi, dan produktivitas. Dalam wilayah dengan karakteristik iklim kering, ketersediaan air dapat mengalami fluktuasi musiman sehingga diperlukan sistem pengelolaan air yang mampu menjamin ketersediaannya sepanjang tahun. Pengembangan embung, sumur, penampungan air hujan, dan konservasi sumber air dapat menjadi strategi adaptasi. Godde et al. (2023) menegaskan bahwa perubahan iklim dan variabilitas lingkungan dapat meningkatkan kerentanan sistem peternakan terhadap tekanan sumber daya, sehingga pengelolaan air menjadi bagian penting dalam membangun ketahanan sistem produksi ternak.

Kejadian kekeringan memiliki nilai RMS sebesar 1,458 dan menunjukkan bahwa faktor iklim merupakan salah satu atribut penting dalam keberlanjutan sumber daya ekologis Kabupaten Bima. Kekeringan dapat menurunkan produksi hijauan, mengurangi ketersediaan air, dan meningkatkan ketergantungan peternak terhadap pakan tambahan. Kondisi tersebut dapat meningkatkan biaya produksi dan pada akhirnya memengaruhi kemampuan peternak mempertahankan populasi ternak. Dalam jangka panjang, peningkatan frekuensi kekeringan dapat mengubah pola pemanfaatan lahan dan mendorong terjadinya degradasi ekosistem. Oleh karena itu, strategi pengembangan sapi pedaging perlu memasukkan aspek adaptasi perubahan iklim melalui penyediaan pakan cadangan, pengembangan tanaman pakan tahan kering, dan konservasi sumber air. Piipponen et al. (2022) menunjukkan bahwa perubahan kondisi iklim dapat memengaruhi stabilitas produksi pakan dan meningkatkan risiko terhadap keberlanjutan sistem peternakan berbasis lahan.

Sistem pemeliharaan sapi potong memiliki nilai RMS sebesar 1,061, yang menunjukkan bahwa pola pemeliharaan ternak juga berkontribusi terhadap keberlanjutan ekologis. Sistem pemeliharaan yang diterapkan peternak akan menentukan tingkat pemanfaatan lahan, efisiensi penggunaan pakan, pengelolaan limbah, serta tekanan terhadap sumber daya alam. Sistem semi-intensif atau intensif yang disertai manajemen pakan yang baik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi tekanan penggembalaan. Sebaliknya, sistem ekstensif tanpa pengaturan daya tampung dapat menyebabkan tekanan berlebihan pada vegetasi dan lahan. Oleh sebab itu, peningkatan keberlanjutan tidak hanya memerlukan penambahan sumber daya, tetapi juga peningkatan efisiensi manajemen pemeliharaan. Rasyid et al. (2023) menegaskan bahwa keberlanjutan dimensi ekologi dalam usaha sapi potong berkaitan erat dengan pengelolaan sumber daya pakan, lahan, dan sistem produksi secara terpadu.

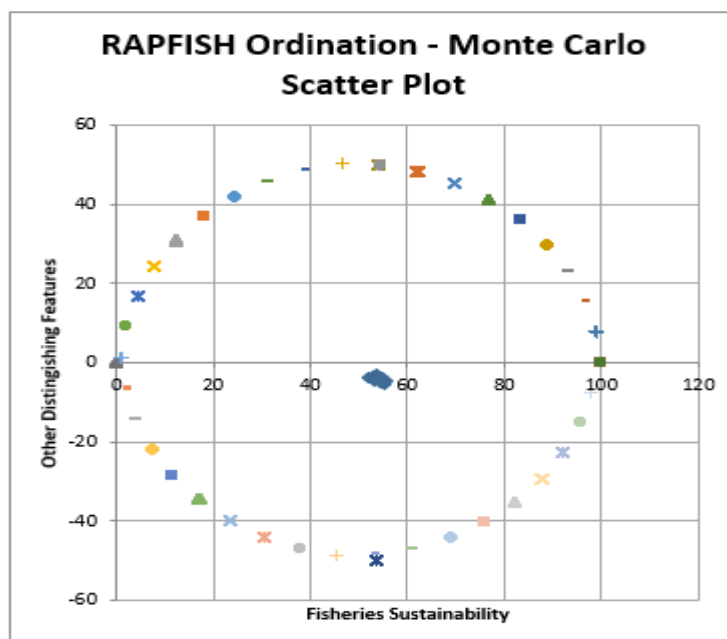
Kebersihan kandang dan sanitasi peralatan menunjukkan nilai RMS masing-masing sebesar 0,417 dan 0,324, sehingga termasuk atribut dengan sensitivitas relatif rendah dalam menentukan indeks keberlanjutan ekologis. Hasil ini dapat diinterpretasikan bahwa perubahan kondisi sanitasi kandang tidak memberikan pengaruh sebesar perubahan penggunaan lahan atau infrastruktur terhadap indeks keberlanjutan pada tingkat wilayah. Namun demikian, aspek sanitasi tetap penting karena berkaitan dengan kesehatan ternak, kualitas lingkungan, dan pengelolaan limbah. Sanitasi yang buruk dapat meningkatkan risiko penyakit dan pencemaran lingkungan di sekitar lokasi peternakan. Oleh karena itu, meskipun bukan atribut paling sensitif berdasarkan analisis leverage, kebersihan kandang tetap harus menjadi bagian dari praktik peternakan berkelanjutan.

Kharismafullah et al. (2022) menunjukkan bahwa penguatan mata pencaharian peternak sapi di Kabupaten Bima membutuhkan strategi yang mempertimbangkan ketahanan usaha, pengelolaan sumber daya, dan kemampuan peternak menghadapi tekanan lingkungan.

Secara keseluruhan, hasil analisis leverage menunjukkan bahwa faktor paling menentukan keberlanjutan ekologis pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima lebih banyak berkaitan dengan pemanfaatan ruang, ketersediaan lahan pakan, infrastruktur, dan akses terhadap sumber daya. Temuan ini memberikan implikasi bahwa peningkatan populasi sapi tidak cukup dilakukan hanya dengan menambah jumlah ternak, tetapi harus diikuti dengan penataan kawasan peternakan berbasis daya dukung ekologis. Wilayah dengan ketersediaan lahan dan pakan yang tinggi dapat diarahkan sebagai kawasan prioritas pengembangan, sedangkan wilayah dengan keterbatasan sumber daya perlu menerapkan pengembangan yang lebih terkendali. Pendekatan zonasi tersebut dapat mengurangi ketimpangan daya dukung antarwilayah dan mencegah konsentrasi ternak pada wilayah yang memiliki kapasitas ekologis rendah. Zhao et al. (2022) menunjukkan bahwa ketidakseimbangan antara sumber daya tanaman dan populasi ternak dapat meningkatkan risiko daya dukung, sehingga pengembangan peternakan perlu mempertimbangkan keseimbangan ekologis secara spasial.

Analisis Monte Carlo

Hasil analisis Monte Carlo dalam penelitian ini menunjukkan bahwa titik-titik hasil simulasi berada pada kisaran sekitar 51,94 hingga 55,53, sedangkan nilai ordinasi aktual sebesar 54,40. Rentang simulasi yang relatif dekat dengan nilai ordinasi aktual menunjukkan bahwa hasil indeks keberlanjutan cukup stabil terhadap kemungkinan perubahan atau kesalahan dalam pemberian skor atribut. Dengan demikian, status cukup berkelanjutan yang diperoleh tidak semata-mata merupakan hasil dari satu konfigurasi data, tetapi relatif konsisten ketika dilakukan simulasi. Stabilitas ini memperkuat kepercayaan terhadap hasil analisis Rappfish sebagai dasar evaluasi kondisi ekologis Kabupaten Bima. Pendekatan pengujian ketidakpastian melalui Monte Carlo penting dalam penelitian keberlanjutan karena hasil indeks sangat dipengaruhi oleh penilaian atribut dan kualitas data yang digunakan. Godde et al. (2023) menekankan bahwa evaluasi keberlanjutan sistem peternakan perlu mempertimbangkan ketidakpastian dan dinamika lingkungan agar rekomendasi kebijakan yang dihasilkan lebih adaptif.



Gambar 3. Analisis Monte Carlo

Sumber : Data Primer, 2026

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis, indeks keberlanjutan ekologi sebesar 54,40 menunjukkan bahwa Kabupaten Bima memiliki peluang besar untuk mengembangkan sapi

pedaging, tetapi pengembangan tersebut harus dilakukan secara terarah dan berbasis kapasitas ekologis. Atribut paling sensitif, terutama pemanfaatan lahan pertanian dan peternakan, kondisi jalan usaha tani, ketersediaan lahan pakan, kondisi jalan desa, serta ketersediaan RPH, perlu menjadi prioritas dalam kebijakan pembangunan peternakan. Strategi yang dapat dilakukan meliputi penataan zonasi peternakan, optimalisasi lahan pakan, peningkatan aksesibilitas wilayah produksi, penguatan integrasi tanaman-ternak, pemanfaatan limbah pertanian, serta pengembangan infrastruktur pendukung. Dengan strategi tersebut, status keberlanjutan yang saat ini berada pada kategori cukup berkelanjutan dapat ditingkatkan menuju kategori berkelanjutan. Temuan ini menegaskan bahwa keberlanjutan pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima harus dibangun melalui keseimbangan antara peningkatan populasi ternak dan perlindungan kapasitas ekologis wilayah, sehingga pertumbuhan sektor peternakan dapat berlangsung secara produktif, adaptif, dan berkelanjutan dalam jangka panjang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis Rappfish dengan pendekatan Multidimensional Scaling (MDS) menunjukkan bahwa keberlanjutan sumber daya ekologi pendukung pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima memiliki nilai indeks sebesar 54,40, yang termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Kabupaten Bima memiliki potensi ekologis yang cukup untuk mendukung pengembangan sapi pedaging, tetapi masih terdapat sejumlah faktor pembatas yang perlu dikelola secara terpadu. Nilai Stress sebesar 0,13 dan R-square sebesar 0,95 menunjukkan bahwa hasil ordinasi MDS memiliki tingkat kesesuaian yang baik. Hasil analisis Monte Carlo juga menunjukkan bahwa nilai simulasi berada relatif dekat dengan nilai ordinasi aktual, sehingga status keberlanjutan ekologis yang dihasilkan relatif stabil.

Atribut yang paling sensitif terhadap keberlanjutan ekologi meliputi tingkat pemanfaatan lahan untuk pertanian dan peternakan, kondisi prasarana jalan usaha tani, ketersediaan lahan pakan, kondisi prasarana jalan desa, ketersediaan RPH, kejadian kekeringan, serta pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan. Oleh karena itu, pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima perlu diarahkan melalui optimalisasi lahan pakan, pemanfaatan limbah pertanian, penguatan integrasi tanaman-ternak, peningkatan aksesibilitas dan infrastruktur peternakan, serta pengelolaan sumber daya air dan mitigasi kekeringan. Strategi tersebut penting untuk meningkatkan status keberlanjutan dari kategori cukup berkelanjutan menuju berkelanjutan, sekaligus memastikan bahwa peningkatan populasi sapi pedaging tetap sejalan dengan kapasitas daya dukung ekologis wilayah.

Pengembangan sapi pedaging di Kabupaten Bima disarankan dilakukan secara bertahap dan berbasis daya dukung ekologis dengan memprioritaskan pengelolaan atribut yang paling sensitif terhadap keberlanjutan, terutama pengaturan pemanfaatan lahan pertanian dan peternakan, peningkatan ketersediaan lahan pakan, optimalisasi pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan, perbaikan aksesibilitas melalui peningkatan kualitas jalan usaha tani dan jalan desa, serta penguatan sarana pendukung seperti Rumah Potong Hewan (RPH). Selain itu, diperlukan strategi adaptasi terhadap kekeringan melalui konservasi sumber air dan penyediaan pakan cadangan, disertai integrasi tanaman-ternak dan penerapan teknologi pengolahan pakan. Pemerintah daerah dan pemangku kepentingan perlu menjadikan hasil analisis keberlanjutan dan atribut sensitif sebagai dasar perencanaan kebijakan agar peningkatan populasi sapi pedaging dapat berlangsung secara optimal tanpa melampaui kapasitas daya dukung lingkungan dan tetap menjaga keberlanjutan sumber daya ekologis dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberi dukungan baik moril maupun materil terhadap pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M., Nafiu, L. O., Saili, T., Yunus, L. A., et al. (2025). Density and carrying capacity of smallholder Bali cattle: Case study in the breeding source area Palangga District, South Konawe Regency, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1502(1), 012044. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1502/1/012044>
- Anggriani, A., et al. (2023). Potensi hijauan pakan dan limbah pertanian sebagai sumber pakan ternak ruminansia di Kabupaten Bima. *Jurnal Peternakan Indonesia*.
- Arini, N. W., et al. (2025). Pemetaan potensi lahan dan daya dukung wilayah untuk pengembangan sapi pedaging berbasis spasial. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*.
- Dumont, B., et al. (2023). Sustainability assessment and environmental performance of livestock farming systems. *Animal*, 17(Supplement 1).
- Godde, C. M., Mason-D'Croz, D., Mayberry, D. E., Thornton, P. K., & Herrero, M. (2023). Impacts of climate change on the livestock food system and adaptation strategies. *Nature Climate Change*.
- Irfhan, M., Sirajuddin, S. N., Fudjaja, L., Rahim, L., & Rahmadanih. (2025). Sustainability analysis of beef cattle farming with a revolving system in Gilireng District, Wajo Regency, Indonesia. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 13(8), 1782–1791. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2025/13.8.1782.1791>
- Kharismafullah, K., et al. (2022). Livelihood strategies and sustainability of beef cattle farming households in Bima Regency, West Nusa Tenggara, Indonesia. *International Journal of Agricultural Extension*.
- Lessmann, J., et al. (2024). Land-use change and biodiversity impacts in agricultural and livestock production systems. *Global Change Biology*.
- Nawangsari, H., & Ismaili, A. F. (2022). Analisis keberlanjutan Trans Jogja menggunakan metode Multi-Dimensional Scaling (MDS) RapiFish. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 18(3), 222–234. <https://doi.org/10.14710/pwk.v18i3.34771>
- Najib, E., et al. (2024). Developing a sustainable beef cattle business model for smallholder farms in South Kalimantan's drylands. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 19(2), 481–500. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.190207>
- Parsaulian, B., et al. (2025). Analisis keberlanjutan sistem pertanian berbasis pendekatan multidimensional scaling. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- Perwitasari, F. D., Puspita, I. B., Widiati, R., Putra, A. R. S., & Suwignyo, B. (2025). Carrying capacity of beef cattle fodder forage from agricultural waste in the tropical environment of West Java Province used GIS procedures. *Agrisociconomics: Jurnal Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian*, 9(1), 110–124. <https://doi.org/10.14710/agrisociconomics.v9i1.24064>
- Piipponen, J., et al. (2022). Sustainability assessment of livestock production systems: Environmental impacts, resource efficiency and resilience. *Agricultural Systems*.
- Rasyid, A., et al. (2023). Sustainability of beef cattle breeding and production systems based on ecological, economic and social dimensions. *Tropical Animal Science Journal*.
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2022). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*.
- Sari, D. P., et al. (2023). Sustainability of integrated crop-livestock farming systems in Indonesia. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*.
- Satria, B., et al. (2024). Infrastructure and accessibility in supporting sustainable livestock development in rural areas. *Jurnal Peternakan Indonesia*.
- Savitri, A., et al. (2025). Sustainability analysis using multidimensional scaling and leverage analysis in agricultural systems. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- Sulfiar, A. E. T., Guntoro, B., Atmoko, B. A., & Budisatria, I. G. S. (2022). Sustainability of beef cattle farming production system in South Konawe Regency, Southeast Sulawesi. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 47(2), 155–165. <https://doi.org/10.14710/jitaa.47.2.155-165>
- Sutrisno, C. L. E. N. S. D., & Putra, B. W. (2024). Analysis of the sustainability of beef cattle breeding business-intensive rearing patterns in Indramayu Regency, West Java. *IOP Conference*

- Series: Earth and Environmental Science, 1341(1), 012115.*
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1341/1/012115>
- Thornton, P. K., et al. (2022). Livestock and climate change: Adaptation, mitigation and sustainable development pathways. *Animal, 16*(Supplement 1).
- Wenno, M. D., et al. (2023). Analisis daya dukung hijauan pakan terhadap pengembangan ternak ruminansia di wilayah tropis. *Jurnal Peternakan Indonesia*.
- Widiati, R., et al. (2022). Sustainability and development of smallholder beef cattle farming systems in Indonesia. *Tropical Animal Science Journal*.
- Yulianso, P., Fuah, A. M., Priyanto, R., & Salundik. (2025). Sustainability analysis of Bali cattle farming (*Bos javanicus*) in Tebo District. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan, 13*(1), 8–14. <https://doi.org/10.29244/jipthp.13.1.8-14>
- Yu, Y., et al. (2026). Ecological carrying capacity and sustainable livestock development under changing environmental conditions. *Sustainability*.
- Zhao, Y., et al. (2022). Livestock carrying capacity assessment based on the balance between crop production and livestock breeding. *Agricultural Systems*.