

Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Ekonomi Sirkular melalui Pemanfaatan Limbah Peternakan sebagai Pupuk Kompos di Wilayah Pedesaan Lahan Kering

Faiq Abdul Jabbar ^{1*}, Muhammad Rofik Muallimin ²

^{1,2} Sekolah Tinggi Agama Islam Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹⁾ faiqjabbar98@gmail.com, ²⁾ muhrofiko81279@gmail.com,

Abstract

Livestock waste management in rural areas remains an environmental challenge, while its potential as an economic resource has not been fully utilized. This study aims to analyze the community empowerment process through the utilization of livestock waste for compost production and to identify the inhibiting factors, supporting factors, and impacts on the community. A qualitative approach was employed through observation, interviews, documentation, and community involvement in compost production activities. The data were analyzed descriptively and interpretively by relating the empowerment process to circular economy principles. The findings demonstrate that livestock waste can be transformed from an environmental burden into a productive resource through improved knowledge, technical skills, community participation, and the utilization of local resources. The main constraints include limited knowledge, production facilities, financial resources, and continuity of assistance, while the availability of raw materials, community participation, and institutional support serve as important supporting factors. Compost utilization contributes to waste reduction, fertilizer cost efficiency, increased community capacity, and the emergence of local economic opportunities. This study contributes to the development of a circular economy-based empowerment model that integrates livestock production, agriculture, and environmental management within a sustainable rural development framework.

Keywords: Community Empowerment; Livestock Waste; Compost Fertilizer; Circular Economy.

Abstrak

Pengelolaan limbah peternakan di wilayah pedesaan masih menghadapi persoalan lingkungan, sementara pemanfaatannya sebagai sumber daya ekonomi belum dilakukan secara optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis proses pemberdayaan masyarakat melalui pemanfaatan limbah peternakan menjadi pupuk kompos serta mengidentifikasi faktor penghambat, faktor pendukung, dan dampaknya terhadap masyarakat. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan keterlibatan masyarakat dalam proses pengolahan kompos. Analisis dilakukan secara deskriptif-interpretatif dengan menghubungkan proses pemberdayaan dengan prinsip ekonomi sirkular. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah peternakan dapat ditransformasikan dari persoalan lingkungan menjadi sumber daya produktif melalui peningkatan pengetahuan, keterampilan teknis, partisipasi kelompok, dan pemanfaatan sumber daya lokal. Hambatan utama meliputi keterbatasan pengetahuan, sarana produksi, modal, dan kontinuitas pendampingan, sedangkan ketersediaan bahan baku, partisipasi masyarakat, dan dukungan kelembagaan menjadi faktor pendukung. Pemanfaatan kompos berdampak pada pengurangan limbah, efisiensi kebutuhan pupuk, peningkatan kapasitas masyarakat, serta terbukanya peluang ekonomi lokal. Penelitian berkontribusi pada pengembangan model pemberdayaan berbasis ekonomi sirkular yang mengintegrasikan peternakan, pertanian, dan pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Pemberdayaan Masyarakat; Limbah Peternakan; Pupuk Kompos; Ekonomi Sirkular.

1. Pendahuluan

Pertanian dan peternakan merupakan dua sektor yang memiliki hubungan erat dalam menopang keberlanjutan ekonomi masyarakat pedesaan. Namun, keterkaitan tersebut belum selalu dikelola sebagai suatu sistem yang mampu mempertahankan aliran sumber daya secara berkelanjutan. Sistem produksi pertanian yang masih berorientasi pada pola linear cenderung menempatkan hasil samping peternakan sebagai limbah yang harus dibuang, sementara kebutuhan pertanian terhadap unsur hara dan bahan organik terus meningkat. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya perubahan paradigma dari pola take-make-dispose menuju sistem yang mempertahankan material agar tetap berada dalam siklus produksi. Dalam konteks pertanian, ekonomi sirkular menawarkan pendekatan untuk mengurangi limbah sekaligus mengembalikan sumber daya ke dalam sistem



produksi melalui penggunaan kembali, pemulihan, dan pemanfaatan hasil samping pertanian maupun peternakan (Velasco-Muñoz et al., 2021). Pendekatan tersebut juga sejalan dengan arah pembangunan Indonesia yang menempatkan ekonomi sirkular sebagai salah satu strategi untuk mendorong pertumbuhan ekonomi yang lebih hijau sekaligus mengurangi tekanan terhadap lingkungan (Ministry of National Development Planning/Bappenas, 2021).

Salah satu sumber daya yang memiliki potensi besar dalam penerapan ekonomi sirkular di wilayah pedesaan adalah limbah peternakan. Kotoran sapi, kambing, dan ternak lainnya pada dasarnya mengandung bahan organik serta unsur hara yang dapat dikembalikan ke lahan pertanian setelah melalui proses pengolahan yang tepat. Ketika limbah tersebut hanya ditumpuk atau dibuang tanpa pengelolaan, potensi sumber daya yang terkandung di dalamnya tidak termanfaatkan dan pada kondisi tertentu dapat menimbulkan persoalan lingkungan. Sebaliknya, pengolahan limbah peternakan menjadi pupuk organik dapat menciptakan hubungan timbal balik antara subsektor peternakan dan pertanian: ternak menyediakan bahan organik bagi lahan, sedangkan lahan menghasilkan produk pertanian yang menopang kehidupan rumah tangga petani. Kajian mengenai sistem pertanian terpadu di Indonesia menunjukkan bahwa integrasi tanaman dan ternak merupakan salah satu bentuk penerapan ekonomi sirkular karena memungkinkan terjadinya daur ulang nutrisi, mengurangi ketergantungan terhadap input eksternal, dan menciptakan nilai tambah dalam sistem produksi pertanian (Swastika et al., 2024). Dengan demikian, limbah peternakan tidak semestinya dipahami semata-mata sebagai persoalan sanitasi, tetapi juga sebagai sumber daya produktif dalam pembangunan pertanian pedesaan.

Pengolahan kotoran ternak menjadi pupuk kompos menjadi salah satu bentuk konkret dari proses waste-to-resource tersebut. Pengomposan memungkinkan material organik yang sebelumnya dianggap sebagai limbah dikembalikan ke tanah dalam bentuk yang lebih mudah dimanfaatkan serta lebih sesuai untuk pengelolaan pertanian. Literatur menunjukkan bahwa pemanfaatan kompos dalam sistem pertanian dapat berkontribusi terhadap pengelolaan bahan organik tanah dan mendukung produktivitas serta keberlanjutan sistem produksi. Penelitian mengenai kompos berbasis residu pertanian juga menunjukkan bahwa proses pengomposan dapat meningkatkan nilai guna bahan sisa sekaligus memperkuat prinsip sirkularitas dalam ekosistem pertanian (El Janati et al., 2023). Di sisi lain, kajian mengenai pemanfaatan pupuk berbasis kotoran ternak menunjukkan bahwa penggunaan sumber hara organik dapat menjadi bagian dari strategi untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk sintetis, meskipun penerapannya membutuhkan pengetahuan teknis, penyesuaian teknologi, dan dukungan kelembagaan yang memadai (Han et al., 2021). Oleh karena itu, keberhasilan pemanfaatan limbah peternakan tidak hanya ditentukan oleh tersedianya bahan baku, tetapi juga oleh kemampuan masyarakat mengolah, menggunakan, dan mempertahankan praktik tersebut dalam aktivitas pertanian sehari-hari.

Persoalan tersebut menjadi semakin penting pada masyarakat yang hidup di wilayah pedesaan dengan karakteristik lahan kering. Keterbatasan air, ketergantungan terhadap curah hujan, serta kondisi tanah yang memerlukan pengelolaan bahan organik secara berkelanjutan menyebabkan petani menghadapi tantangan dalam mempertahankan produktivitas lahannya. Dalam situasi demikian, pemanfaatan sumber daya lokal dapat menjadi strategi untuk memperkuat kemandirian produksi sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap input dari luar wilayah. Sistem pertanian sirkular yang mengintegrasikan tanaman dan ternak memiliki relevansi khusus karena memungkinkan sumber daya yang tersedia di tingkat rumah tangga atau komunitas dikembalikan ke dalam sistem produksi. Swastika et al. (2024) menegaskan bahwa penerapan sistem tanaman-ternak terpadu di Indonesia memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, menciptakan nilai tambah, dan memperkuat keberlanjutan lingkungan, meskipun penerapannya masih menghadapi kendala berupa keterbatasan pengetahuan, keterampilan, infrastruktur, penyuluhan, serta dukungan kelembagaan. Dengan demikian, konteks lahan kering membutuhkan pendekatan pemberdayaan yang tidak hanya memperkenalkan teknologi, tetapi juga membangun kapasitas masyarakat untuk mengelola sumber daya lokal secara mandiri.

Dalam kerangka tersebut, pemberdayaan masyarakat menjadi unsur penting dalam implementasi ekonomi sirkular di tingkat desa. Ekonomi sirkular tidak akan berjalan secara otomatis hanya karena suatu teknologi pengolahan limbah telah diperkenalkan. Masyarakat perlu memiliki pengetahuan, keterampilan, kesempatan untuk berpartisipasi, serta kemampuan mengambil keputusan mengenai bagaimana sumber daya lokal dikelola. Pengalaman berbagai program pemberdayaan menunjukkan bahwa pelatihan dan pendampingan dapat membantu masyarakat mengubah cara pandang terhadap limbah sekaligus meningkatkan kemampuan teknis dalam mengolahnya menjadi produk yang memiliki nilai guna (Aini et al., 2022). Namun demikian, proses pemberdayaan seharusnya tidak berhenti pada transfer keterampilan teknis. Pengembangan praktik ekonomi sirkular juga membutuhkan keterlibatan pengguna akhir, kelembagaan lokal, dan kemungkinan pemanfaatan produk secara berkelanjutan. Bahkan, kajian mengenai pengelolaan limbah peternakan

menunjukkan bahwa biaya operasional, keterbatasan teknologi, serta lemahnya perhatian terhadap kebutuhan pengguna merupakan faktor yang dapat menghambat keberhasilan pengelolaan limbah secara berkelanjutan (Tan et al., 2021). Hal ini menegaskan bahwa pemberdayaan masyarakat merupakan bagian substantif dari transformasi ekonomi sirkular, bukan sekadar pelengkap kegiatan teknis.

Konteks tersebut ditemukan dalam kehidupan masyarakat Dusun Kandri, Kalurahan Pucung, Kapanewon Girisubo, Kabupaten Gunungkidul. Berdasarkan observasi lapangan dalam kegiatan KKN, masyarakat Dusun Kandri memiliki struktur ekonomi yang terutama bertumpu pada pertanian lahan kering dan peternakan rakyat. Komoditas pertanian yang dihasilkan antara lain jagung, ketela pohon, dan kacang tanah, sedangkan kepemilikan ternak seperti sapi dan kambing menjadi salah satu bentuk investasi rumah tangga masyarakat. Pada saat yang sama, observasi menemukan bahwa limbah kotoran hewan yang dihasilkan dari aktivitas peternakan belum dimanfaatkan secara optimal dan cenderung menumpuk di sekitar lingkungan peternakan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara ketersediaan sumber daya lokal dan kemampuan masyarakat dalam mengonversinya menjadi input produktif bagi pertanian. Dalam konteks ekonomi sirkular, kondisi tersebut menjadi peluang untuk membangun hubungan yang lebih integratif antara aktivitas peternakan, pengelolaan limbah, dan pertanian masyarakat.

Sebagai respons terhadap kondisi tersebut, kegiatan pemberdayaan di Dusun Kandri mengembangkan pengolahan kotoran hewan menjadi pupuk kompos organik padat. Program dilaksanakan melalui pelatihan teknis bersama masyarakat dan Dosen Pembimbing Lapangan, yang mencakup pemaparan prosedur, praktik proses fermentasi, pembukaan hasil kompos setelah proses pematangan, serta pendistribusian pupuk kepada warga dan kelompok tani untuk digunakan pada lahan pertanian. Laporan kegiatan menunjukkan bahwa program ini tidak hanya diarahkan untuk menyelesaikan persoalan limbah peternakan, tetapi juga untuk meningkatkan pemanfaatan sumber daya lokal dalam mendukung kegiatan pertanian masyarakat. Pelaksanaan tersebut memiliki relevansi dengan temuan penelitian sebelumnya bahwa keberhasilan penerapan ekonomi sirkular pada tingkat mikro dapat terjadi ketika limbah tidak lagi ditempatkan sebagai residu akhir, melainkan sebagai input bagi aktivitas ekonomi berikutnya (Latif et al., 2023). Dengan demikian, praktik pengolahan kohe di Dusun Kandri dapat dipahami sebagai bentuk awal transformasi hubungan antara peternakan, pengelolaan lingkungan, dan pertanian dalam kerangka ekonomi sirkular berbasis masyarakat.

Meskipun kajian mengenai pemanfaatan limbah peternakan sebagai pupuk organik telah berkembang, sebagian penelitian masih berfokus pada aspek teknis pengomposan, peningkatan kualitas pupuk, atau manfaat agronomisnya. Kajian mengenai ekonomi sirkular dalam pertanian juga menunjukkan bahwa penerapan prinsip sirkularitas tidak hanya berkaitan dengan teknologi, tetapi mencakup aspek sosial, kelembagaan, pengetahuan, partisipasi, dan penciptaan nilai pada tingkat lokal (Velasco-Muñoz et al., 2021; Swastika et al., 2024). Di Indonesia, beberapa kegiatan pemberdayaan telah menunjukkan bahwa masyarakat dapat dilatih untuk mengolah limbah ternak menjadi pupuk organik (Aini et al., 2022; Arumi et al., 2022), tetapi masih diperlukan kajian yang melihat bagaimana proses pemberdayaan masyarakat mengubah limbah peternakan menjadi sumber daya produktif dalam konteks pedesaan lahan kering. Celah inilah yang menjadi posisi artikel ini. Penelitian ini tidak semata-mata melihat keberhasilan menghasilkan kompos, tetapi menganalisis proses pemberdayaan, bentuk partisipasi masyarakat, perubahan pemaknaan terhadap limbah peternakan, serta peluang keberlanjutan praktik pemanfaatan kompos sebagai bagian dari ekonomi sirkular lokal.

Berdasarkan persoalan dan celah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemberdayaan masyarakat berbasis ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah peternakan sebagai pupuk kompos di wilayah pedesaan lahan kering, dengan mengambil konteks Dusun Kandri, Kalurahan Pucung, Kapanewon Girisubo, Kabupaten Gunungkidul. Analisis diarahkan pada tiga aspek utama, yaitu kondisi awal pengelolaan limbah peternakan, proses pemberdayaan masyarakat dalam mengolah kotoran hewan menjadi kompos, serta potensi keberlanjutan praktik tersebut bagi pertanian dan pengelolaan sumber daya lokal. Pendekatan ini penting karena transformasi menuju ekonomi sirkular pada tingkat desa tidak cukup diukur dari keberhasilan menghasilkan produk, tetapi juga dari kemampuan masyarakat mempertahankan pengetahuan, keterampilan, partisipasi, dan pemanfaatan sumber daya setelah intervensi berakhir. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual dan empiris bagi pengembangan model pemberdayaan masyarakat yang mengintegrasikan pengelolaan limbah peternakan, pertanian berkelanjutan, dan ekonomi sirkular dalam konteks pedesaan lahan kering di Indonesia.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus untuk menganalisis proses pemberdayaan masyarakat berbasis ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah peternakan sebagai pupuk kompos di Dusun Kandri, Kalurahan Pucung, Kapanewon Girisubo, Kabupaten Gunungkidul. Pemilihan lokasi dilakukan secara purposif berdasarkan karakteristik wilayah yang didominasi aktivitas pertanian lahan kering dan peternakan rakyat serta ditemukannya persoalan pengelolaan kotoran hewan yang belum optimal. Data penelitian diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Informan dipilih secara purposif dengan mempertimbangkan keterlibatan dan pengetahuan mereka terhadap pengelolaan limbah peternakan dan program pemberdayaan, meliputi peternak, petani atau anggota kelompok tani, tokoh masyarakat, perangkat dusun, serta masyarakat yang mengikuti kegiatan pengolahan kompos. Observasi dilakukan terhadap kondisi limbah peternakan, proses pelatihan dan pengolahan kohe, serta pemanfaatan kompos oleh masyarakat. Wawancara diarahkan untuk menggali pengetahuan masyarakat mengenai limbah peternakan, pengalaman mengikuti proses pemberdayaan, perubahan pemahaman dan keterampilan, manfaat yang dirasakan, serta pandangan mengenai keberlanjutan praktik tersebut. Dokumentasi digunakan sebagai data pendukung berupa catatan kegiatan, foto proses pengolahan, dan dokumentasi hasil kompos. Desain tersebut mengikuti prinsip penelitian kualitatif yang menempatkan konteks, pengalaman partisipan, dan interpretasi terhadap fenomena sebagai bagian penting dalam proses penelitian (Creswell & Poth, 2018).

Data dianalisis menggunakan reflexive thematic analysis melalui tahapan familiarisasi dengan data, pemberian kode awal, pengembangan tema, peninjauan tema, pendefinisian dan penamaan tema, serta penyusunan interpretasi akhir. Analisis diarahkan untuk menemukan pola mengenai kondisi awal pengelolaan limbah, proses peningkatan kapasitas masyarakat, bentuk partisipasi dalam pengolahan kohe, perubahan pemaknaan terhadap limbah sebagai sumber daya, manfaat kompos bagi aktivitas pertanian, dan faktor yang mendukung maupun menghambat keberlanjutan praktik ekonomi sirkular. Untuk meningkatkan kredibilitas temuan, informasi dari wawancara dibandingkan dengan hasil observasi dan dokumentasi sehingga interpretasi tidak hanya bergantung pada satu sumber data. Reflexive thematic analysis dipilih karena memungkinkan peneliti mengidentifikasi pola makna secara sistematis sekaligus mempertahankan konteks dan kedalaman pengalaman partisipan dalam penelitian kualitatif (Braun & Clarke, 2021).

3. Hasil dan Diskusi

Transformasi Limbah Peternakan dari Beban Lingkungan Menjadi Sumber Daya Pertanian

Kondisi awal masyarakat Dusun Kandri menunjukkan bahwa aktivitas peternakan memiliki keterkaitan yang kuat dengan kehidupan ekonomi rumah tangga pedesaan. Sebagian besar masyarakat menggantungkan kehidupan pada pertanian lahan kering dan peternakan skala rumah tangga, dengan ternak sapi dan kambing tidak hanya dipelihara sebagai sumber pendapatan, tetapi juga diposisikan sebagai bentuk investasi keluarga. Namun, keberadaan ternak tersebut sekaligus menghasilkan residu berupa kotoran ternak yang belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai bagian dari sistem produksi pertanian. Hasil pemetaan kondisi masyarakat menunjukkan bahwa persoalan pengelolaan limbah peternakan menjadi salah satu masalah yang perlu memperoleh perhatian, terutama berkaitan dengan pemanfaatan kotoran ternak dan pengelolaan pupuk yang belum optimal. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa sistem pertanian-peternakan di Dusun Kandri sebenarnya telah memiliki basis material untuk membangun ekonomi sirkular, tetapi hubungan antara produksi ternak, pengelolaan limbah, dan kebutuhan input pertanian belum terintegrasi secara optimal. Temuan tersebut penting karena dalam perspektif ekonomi sirkular, residu dari suatu aktivitas produksi tidak semestinya berhenti sebagai limbah, melainkan dapat dikembalikan ke dalam siklus produksi melalui pemanfaatan kembali material dan nutrien. Velasco-Muñoz et al. (2021) menjelaskan bahwa ekonomi sirkular dalam sektor pertanian berorientasi pada penutupan siklus sumber daya, pengurangan limbah, serta penggunaan kembali material untuk mendukung sistem produksi yang lebih berkelanjutan. Dalam konteks Indonesia, pendekatan tersebut juga relevan dengan pengembangan sistem pertanian terpadu karena integrasi tanaman dan ternak memungkinkan hasil samping dari satu aktivitas digunakan sebagai input bagi aktivitas lainnya (Swastika

et al., 2024). Dengan demikian, kotoran ternak di Dusun Kandri tidak tepat dipahami hanya sebagai residu peternakan, tetapi sebagai sumber bahan organik yang potensial untuk dikembalikan ke lahan pertanian. Perspektif ini sekaligus menggeser pemahaman dari pola linear “produksi–penggunaan–pembuangan” menuju pola yang mempertahankan nilai material selama mungkin dalam sistem lokal (Ministry of National Development Planning/Bappenas, 2021).

Hasil kegiatan pemberdayaan menunjukkan adanya upaya konkret untuk mengubah posisi kotoran ternak tersebut melalui pengolahan menjadi pupuk kompos organik. Program unggulan dilaksanakan melalui dua tahap, yaitu pemberian penjelasan dan praktik fermentasi pada pertemuan pertama, kemudian pembukaan hasil fermentasi yang telah matang dan pendistribusian kompos kepada masyarakat pada pertemuan kedua. Proses tersebut menunjukkan bahwa intervensi tidak berhenti pada penyampaian informasi, tetapi diarahkan pada pengalaman langsung masyarakat dalam mengubah bahan yang sebelumnya kurang termanfaatkan menjadi produk yang dapat digunakan kembali. Temuan ini sejalan dengan Aini et al. (2022), yang menunjukkan bahwa pendampingan pengolahan kotoran ternak dapat meningkatkan kemampuan masyarakat dalam menghasilkan pupuk organik. Arumi et al. (2022) juga memperlihatkan bahwa pengolahan limbah pertanian dan peternakan melalui pelatihan dapat menghasilkan pupuk organik sekaligus membuka ruang bagi kreativitas ekonomi masyarakat. Dengan demikian, proses di Dusun Kandri memperlihatkan bahwa teknologi sederhana berupa pengomposan dapat menjadi pintu masuk untuk membangun praktik ekonomi sirkular pada tingkat rumah tangga dan komunitas.

Transformasi tersebut juga mempunyai arti penting bagi keberlanjutan sistem pertanian lahan kering. Masyarakat Dusun Kandri hidup dalam lingkungan pertanian yang sangat dipengaruhi oleh kondisi alam dan ketersediaan sumber daya lokal. Sistem pertanian semacam ini membutuhkan strategi yang dapat memaksimalkan sumber daya yang tersedia di lingkungan sekitar, termasuk bahan organik yang berasal dari aktivitas peternakan. Kompos dapat berfungsi sebagai sarana untuk mengembalikan bahan organik dan unsur hara ke dalam tanah sehingga hubungan antara peternakan dan pertanian menjadi lebih terintegrasi. El Janati et al. (2023), misalnya, menunjukkan bahwa pengomposan residu organik dapat meningkatkan nilai pemanfaatan bahan organik dan mendukung pengelolaan pertanian berbasis sirkularitas. Sementara itu, Latif et al. (2023) menegaskan bahwa pengelolaan limbah peternakan dalam kerangka ekonomi sirkular membutuhkan hubungan yang jelas antara pengolahan limbah, pemanfaatan produk, organisasi kelompok, dan dukungan kelembagaan. Oleh karena itu, praktik pengomposan di Dusun Kandri dapat dipahami sebagai langkah awal membangun siklus nutrisi lokal antara ternak dan lahan pertanian.

Namun demikian, perubahan dari limbah menjadi sumber daya tidak hanya ditentukan oleh tersedianya bahan dan teknologi pengomposan. Faktor pengetahuan, keterampilan, partisipasi, pendampingan, dan kemampuan masyarakat untuk mempertahankan praktik tersebut menjadi bagian penting dari keberlanjutan program. Laporan KKN menunjukkan bahwa tingginya antusiasme masyarakat serta koordinasi dengan berbagai unsur lokal menjadi faktor pendukung pelaksanaan program, sedangkan keterbatasan waktu masyarakat akibat aktivitas bertani menjadi salah satu kendala dalam pelaksanaan kegiatan. Strategi yang digunakan adalah pendekatan personal dan penyesuaian waktu kegiatan dengan aktivitas masyarakat. Kondisi ini sejalan dengan temuan Tan et al. (2021) bahwa pengelolaan limbah peternakan tidak hanya menghadapi persoalan teknis, tetapi juga persoalan biaya operasional, kegagalan teknologi, dan keterbatasan pasar atau pengguna akhir. Swastika et al. (2024) juga menempatkan keterbatasan pengetahuan dan keterampilan, dukungan kebijakan, serta penyebaran pengetahuan sebagai faktor yang memengaruhi adopsi sistem pertanian sirkular di Indonesia. Karena itu, pemberdayaan masyarakat dalam pengolahan limbah perlu dipahami sebagai proses pembentukan kapasitas, bukan sekadar transfer teknologi sesaat.

Pada akhirnya, hasil kegiatan di Dusun Kandri memperlihatkan adanya pergeseran awal dalam hubungan masyarakat dengan limbah peternakan: dari material yang belum dimanfaatkan secara optimal menuju bahan yang dapat diolah dan dikembalikan ke sistem pertanian. Pergeseran tersebut belum dapat disebut sebagai pembentukan ekonomi sirkular yang sepenuhnya mapan karena keberlanjutan produksi, konsistensi kualitas

kompos, mekanisme pemanfaatan jangka panjang, dan kemungkinan pengembangan nilai ekonomi masih memerlukan penguatan lebih lanjut. Akan tetapi, terselenggaranya praktik fermentasi, terbentuknya kompos, dan distribusinya kepada masyarakat menunjukkan bahwa prinsip *waste-to-resource* telah mulai diterapkan pada skala komunitas. Temuan ini memiliki kesesuaian dengan Annisya et al. (2024), yang menunjukkan bahwa pengolahan limbah ternak melalui pendekatan partisipatif dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat serta mendorong terbentuknya produk baru yang berpotensi dikembangkan. Dengan demikian, pemberdayaan di Dusun Kandri dapat dibaca sebagai proses awal membangun ekosistem ekonomi sirkular berbasis sumber daya lokal, di mana limbah peternakan mulai ditempatkan sebagai bagian dari rantai produksi pertanian, bukan sebagai produk akhir yang harus dibuang.

Proses Pemberdayaan Masyarakat dan Produksi Pupuk Kompos

Pemberdayaan masyarakat dalam pemanfaatan limbah peternakan tidak cukup dilakukan melalui penyampaian pengetahuan mengenai bahaya limbah, tetapi perlu diarahkan pada pembentukan kemampuan masyarakat untuk mengelola limbah secara mandiri. Proses tersebut dimulai dari identifikasi persoalan yang dihadapi peternak, pengenalan potensi limbah sebagai bahan baku pupuk, pelatihan teknis, praktik produksi, hingga pendampingan agar keterampilan yang diperoleh dapat diterapkan secara berkelanjutan. Pendekatan semacam ini menempatkan masyarakat bukan sebagai penerima teknologi, melainkan sebagai pelaku utama dalam proses perubahan. Pengalaman pemberdayaan di tingkat pedesaan menunjukkan bahwa pendampingan dan praktik langsung dapat meningkatkan kemampuan masyarakat dalam mengolah limbah peternakan menjadi pupuk organik yang lebih bermanfaat bagi kegiatan pertanian (Aini et al., 2022).

Tahap berikutnya dilakukan melalui pemilahan dan persiapan bahan baku kompos. Limbah kotoran ternak dikumpulkan dan dipisahkan dari material yang tidak dapat terurai, kemudian dicampurkan dengan bahan organik lain yang tersedia di lingkungan sekitar. Proses ini penting karena kualitas kompos tidak hanya ditentukan oleh jenis limbah, tetapi juga oleh komposisi bahan, kelembapan, aerasi, dan proses dekomposisinya. Dalam konteks pemberdayaan, pengetahuan teknis tersebut perlu diberikan melalui demonstrasi dan praktik langsung sehingga masyarakat mampu memahami hubungan antara perlakuan bahan dengan kualitas produk akhir. Pendekatan berbasis praktik juga memungkinkan masyarakat melakukan penyesuaian terhadap kondisi lokal tanpa harus sepenuhnya bergantung pada teknologi dari luar. Hal tersebut sejalan dengan kegiatan pemberdayaan masyarakat di Desa Banyudono yang menunjukkan bahwa transfer pengetahuan dan pendampingan dalam proses pengomposan dapat menghasilkan pupuk dengan karakteristik fisik dan kandungan unsur hara yang memenuhi standar yang dipersyaratkan.

Dalam proses produksi, penggunaan bahan pengurai atau bioaktivator menjadi salah satu bagian penting untuk mempercepat dekomposisi bahan organik. Namun, penerapan teknologi pengomposan perlu disesuaikan dengan kemampuan masyarakat dan ketersediaan sarana di tingkat lokal. Prinsip tersebut menjadikan teknologi tepat guna lebih relevan dibandingkan teknologi yang membutuhkan investasi tinggi dan sulit dipelihara oleh kelompok masyarakat. Pemberdayaan dengan demikian tidak hanya menghasilkan kemampuan membuat kompos, tetapi juga membangun pengetahuan praktis mengenai pengendalian kelembapan, pembalikan bahan, waktu pematangan, serta pengenalan karakteristik kompos yang telah siap digunakan. Temuan Aini et al. (2022) memperlihatkan bahwa masyarakat petani-peternak dapat mengembangkan kemampuan memproduksi pupuk organik padat maupun cair dari kombinasi limbah peternakan dan limbah pertanian setelah memperoleh penyuluhan dan pendampingan.

Proses tersebut kemudian berkembang dari sekadar aktivitas pengolahan limbah menjadi proses pembentukan kapasitas ekonomi masyarakat. Ketika masyarakat mampu menghasilkan kompos secara mandiri, ketergantungan terhadap pupuk dari luar dapat dikurangi, sementara sebagian produk dapat diarahkan untuk memenuhi kebutuhan pertanian atau dikembangkan sebagai komoditas lokal. Dengan demikian, limbah peternakan memperoleh nilai baru melalui proses produksi yang dilakukan masyarakat sendiri. Penguatan kapasitas semacam ini juga terlihat dalam program pemberdayaan kelompok petani di Talian Kereng, Kalimantan Tengah, yang mengembangkan produksi pupuk organik berbasis sumber daya lokal sebagai respons

terhadap ketergantungan petani pada pupuk kimia bersubsidi. Pendekatan tersebut memperlihatkan bahwa penguasaan teknologi produksi lokal dapat menjadi bagian dari strategi membangun kemandirian pertanian sekaligus memperkuat kapasitas kelompok tani.

Keberhasilan pemberdayaan juga bergantung pada kemampuan kelompok masyarakat membangun sistem kerja bersama. Produksi kompos dalam skala komunitas membutuhkan pembagian tugas mulai dari pengumpulan bahan, proses pencampuran, pemeliharaan tumpukan kompos, pengemasan, hingga pemanfaatan atau pemasaran produk. Karena itu, kelembagaan kelompok menjadi penghubung antara keterampilan individual dan keberlanjutan kegiatan secara kolektif. Pengalaman pengelolaan limbah organik di Ngargogondo, Magelang, menunjukkan bahwa penguatan kelembagaan kelompok melalui pelatihan pengolahan limbah menjadi kompos dapat meningkatkan jumlah limbah yang diproses sekaligus memperkuat pemahaman masyarakat mengenai hubungan antara pengelolaan limbah dan ekonomi hijau. Dalam konteks ini, pemberdayaan tidak berhenti pada keberhasilan menghasilkan kompos, tetapi bergerak menuju pembentukan kapasitas organisasi masyarakat yang mampu mempertahankan kegiatan setelah program pendampingan selesai.

Dengan demikian, proses pemberdayaan melalui produksi pupuk kompos dapat dipahami sebagai rangkaian transformasi dari pengetahuan → keterampilan → produksi → pemanfaatan → kemandirian kelompok. Pola tersebut memperlihatkan bahwa pengolahan limbah peternakan memiliki potensi untuk membangun hubungan yang lebih produktif antara aktivitas peternakan dan pertanian. Limbah yang sebelumnya dipandang sebagai sisa produksi diarahkan kembali ke dalam sistem produksi sebagai sumber bahan organik, sementara masyarakat memperoleh keterampilan dan peluang ekonomi baru. Dalam perkembangan yang lebih luas, pola ini dapat menjadi fondasi bagi usaha ekonomi sirkular berbasis desa karena nilai ekonomi tidak hanya diperoleh dari produk akhir, tetapi juga dari kemampuan masyarakat mengorganisasi sumber daya lokal secara berkelanjutan. Kajian mengenai pemanfaatan limbah peternakan di Pacitan, misalnya, menunjukkan bahwa pengelolaan limbah dalam kerangka ekonomi sirkular dapat dikaitkan dengan pemanfaatan pupuk organik untuk produksi tanaman sekaligus dengan peningkatan peran anggota rumah tangga dalam aktivitas ekonomi pertanian (Ratnasari & Sugiyanto, 2023).



Figure 1. Pembuatan Pupuk Kompos

Faktor Penghambat, Faktor Pendukung, dan Dampak Pemberdayaan Masyarakat

Pelaksanaan pemberdayaan masyarakat dalam pengolahan limbah peternakan masih menghadapi sejumlah hambatan, terutama berkaitan dengan keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknis masyarakat. Sebagian masyarakat pada awalnya belum memiliki pemahaman yang memadai mengenai komposisi bahan, proses fermentasi, pengaturan kelembapan, pembalikan bahan, serta indikator kematangan kompos. Kondisi tersebut menyebabkan limbah peternakan lebih sering dibiarkan menumpuk atau hanya digunakan secara sederhana tanpa melalui proses pengolahan yang optimal. Hambatan pengetahuan juga dapat memengaruhi

keberlanjutan program karena masyarakat belum sepenuhnya mampu melakukan proses produksi secara mandiri setelah kegiatan pelatihan selesai. Haryanto et al. (2023) menunjukkan bahwa karakteristik petani dan dukungan eksternal, termasuk peran penyuluh, ketersediaan sarana-prasarana, serta akses terhadap informasi, berpengaruh terhadap keberhasilan pemberdayaan masyarakat dalam pemanfaatan bahan organik menjadi kompos.

Selain keterbatasan pengetahuan, hambatan lain berkaitan dengan sarana produksi, kontinuitas pendampingan, dan kemampuan mempertahankan aktivitas produksi secara konsisten. Pengolahan limbah menjadi kompos membutuhkan tempat produksi yang memadai, alat pencacah atau pengaduk apabila tersedia, bahan tambahan, serta pengelolaan waktu yang relatif teratur. Dalam kondisi masyarakat pedesaan, kegiatan tersebut sering kali harus disesuaikan dengan aktivitas utama sebagai petani atau peternak sehingga intensitas produksi tidak selalu stabil. Bahkan peningkatan pengetahuan setelah pelatihan belum secara otomatis menghasilkan penerapan teknologi secara berkelanjutan. Rintjap et al. (2024), misalnya, menemukan bahwa pengenalan teknologi pupuk organik dapat meningkatkan pengetahuan anggota kelompok, tetapi penerapannya tetap membutuhkan pendampingan lanjutan agar teknologi benar-benar digunakan dalam kegiatan kelompok. Dengan demikian, hambatan utama bukan semata-mata terletak pada kemampuan masyarakat memahami teknologi, tetapi juga pada kemampuan mengintegrasikan teknologi tersebut ke dalam rutinitas produksi mereka.

Di sisi lain, keberadaan sumber daya lokal menjadi faktor pendukung utama dalam pengembangan pengolahan limbah peternakan. Kotoran ternak tersedia secara relatif berkelanjutan karena dihasilkan dari aktivitas peternakan sehari-hari, sedangkan bahan organik tambahan seperti jerami, sisa tanaman, dan limbah pertanian dapat diperoleh dari lingkungan sekitar. Kondisi tersebut menjadikan produksi kompos tidak sepenuhnya bergantung pada bahan baku dari luar desa. Ketersediaan sumber daya lokal juga memungkinkan masyarakat mengembangkan sistem produksi yang sesuai dengan kondisi ekologis dan ekonomi setempat. Nainggolan et al. (2024) menunjukkan bahwa keberadaan limbah kotoran sapi dalam jumlah besar dapat dikembangkan menjadi bahan baku pupuk organik melalui sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan sehingga limbah yang sebelumnya berpotensi menimbulkan pencemaran dapat berubah menjadi produk yang dapat dimanfaatkan dan dikemas untuk kebutuhan masyarakat maupun distribusi.

Faktor pendukung lainnya adalah partisipasi masyarakat serta dukungan kelembagaan yang memungkinkan proses pemberdayaan berlangsung secara kolektif. Pelatihan yang disertai praktik langsung cenderung lebih mudah diterima karena masyarakat dapat melihat secara konkret hubungan antara bahan baku, tahapan pengolahan, dan hasil akhir berupa kompos. Partisipasi tersebut menjadi semakin penting ketika produksi diarahkan pada skala kelompok, karena keberlanjutan membutuhkan pembagian peran dalam pengumpulan bahan, produksi, pengemasan, pemanfaatan, dan pemasaran. Pengalaman pemberdayaan di Desa Sidomulyo menunjukkan bahwa kegiatan sosialisasi yang dilanjutkan dengan praktik pembuatan kompos dari kotoran sapi dan jerami dapat meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pemanfaatan limbah peternakan dan pertanian. Dalam perspektif pemberdayaan, kondisi ini memperlihatkan bahwa masyarakat tidak hanya memperoleh pengetahuan baru, tetapi mulai membangun kapasitas kolektif untuk mengubah sumber daya yang sebelumnya kurang bernilai menjadi produk yang memiliki kegunaan ekonomi dan ekologis.

Dari sisi ekonomi, pemanfaatan limbah peternakan sebagai pupuk kompos memberikan dampak berupa terbukanya peluang efisiensi biaya produksi sekaligus kemungkinan munculnya sumber pendapatan tambahan. Kompos yang dihasilkan dapat digunakan kembali untuk lahan pertanian masyarakat sehingga kebutuhan terhadap pupuk dari luar dapat dikurangi. Apabila produksi telah memenuhi kebutuhan internal, kelebihan produk dapat dikemas dan dipasarkan sebagai pupuk organik. Widodo et al. (2024) menunjukkan bahwa pengolahan kotoran ternak menjadi pupuk organik tidak hanya memberikan solusi terhadap persoalan limbah, tetapi juga dapat meningkatkan perekonomian peternak melalui penjualan pupuk yang dihasilkan. Dampak ekonomi tersebut menjadi semakin penting dalam konteks masyarakat pedesaan karena nilai yang dihasilkan

dari limbah dapat berputar kembali di tingkat lokal, baik melalui pengurangan biaya pertanian maupun melalui aktivitas ekonomi baru berbasis kelompok masyarakat.

Dampak pemberdayaan juga terlihat pada dimensi lingkungan dan perubahan cara pandang masyarakat terhadap limbah. Limbah peternakan yang sebelumnya diposisikan sebagai sisa produksi mulai dipahami sebagai sumber daya yang dapat dikembalikan ke dalam sistem pertanian melalui proses pengomposan. Pola tersebut membentuk hubungan antara peternakan dan pertanian dalam satu siklus pemanfaatan sumber daya, sehingga residu dari satu kegiatan dapat menjadi input bagi kegiatan lainnya. Patunah dan Pradani (2024) menempatkan pemanfaatan pupuk organik dari limbah peternakan sebagai bagian dari upaya membangun pertanian berkelanjutan karena penggunaannya berpotensi menekan biaya operasional sekaligus memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan. Dengan demikian, dampak pemberdayaan tidak hanya dapat dilihat dari jumlah kompos yang berhasil diproduksi, tetapi juga dari perubahan kapasitas masyarakat dalam mengelola sumber daya lokal, pengurangan potensi pencemaran, efisiensi kegiatan pertanian, serta munculnya fondasi ekonomi sirkular di tingkat desa.

4. Kesimpulan

Temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa persoalan limbah peternakan di masyarakat pedesaan tidak semata-mata merupakan persoalan lingkungan, tetapi juga menyimpan peluang pemberdayaan ekonomi yang sebelumnya kurang terlihat. Hal yang cukup mengejutkan adalah limbah yang selama ini dipandang sebagai beban justru dapat menjadi instrumen untuk membangun kemandirian masyarakat, ketika diikuti dengan pengetahuan, keterampilan, partisipasi, dan pengorganisasian kelompok. Pengolahan kotoran ternak menjadi pupuk kompos tidak hanya mengurangi potensi penumpukan limbah, tetapi juga menciptakan hubungan produktif antara peternakan dan pertanian melalui pemanfaatan kembali sumber daya lokal. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena masih berfokus pada konteks masyarakat pedesaan dengan karakteristik sumber daya, sosial, dan kelembagaan tertentu, sehingga temuan belum dapat digeneralisasikan secara langsung pada seluruh wilayah pedesaan. Selain itu, dampak ekonomi yang diamati masih berada pada tahap awal dan belum didukung oleh pengukuran jangka panjang mengenai peningkatan pendapatan, efisiensi biaya produksi, maupun keberlanjutan usaha kompos.

Kontribusi penelitian ini terletak pada penguatan perspektif bahwa pemberdayaan masyarakat berbasis limbah peternakan dapat ditempatkan sebagai bagian dari praktik ekonomi sirkular berbasis sumber daya lokal, bukan hanya sebagai program pengelolaan lingkungan. Penelitian ini menghubungkan tiga dimensi yang saling berkaitan, yaitu kapasitas masyarakat dalam mengolah limbah, kemampuan kelembagaan dalam mempertahankan proses produksi, serta dampak ekonomi dan ekologis yang muncul dari pemanfaatan kembali limbah tersebut. Dengan demikian, model pemberdayaan yang dikembangkan dapat menjadi pijakan konseptual bagi program desa dalam mengintegrasikan sektor peternakan, pertanian, dan pengelolaan lingkungan dalam satu siklus produksi. Penelitian selanjutnya perlu menguji keberlanjutan model tersebut melalui studi longitudinal, pengukuran nilai ekonomi kompos secara lebih terukur, serta perbandingan antarkelompok atau antarwilayah untuk mengetahui kondisi yang paling mendukung keberhasilan ekonomi sirkular berbasis limbah peternakan.

5. Daftar Pustaka

- Aini, L. N., Hartanto, T., Hanudin, E., & Yuanita, Y. (2022). Production of organic manure fertilizer in Padukuhan Donoasih, Sleman. *Community Empowerment*, 7(9), 1518–1524. <https://doi.org/10.31603/ce.7866>
- Annisa, A., Prayitno, P. H., & Handayani, S. (2024). Developing the Pakisjajar community through a livestock compost processing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1338(1), 012063. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1338/1/012063>

- Anwar, M., Ashari, R., & Hamidy, R. R. (2025). Peningkatan keterampilan produksi kompos berbasis PRA di Desa Rarang Kecamatan Terara. *Journal of Community Empowerment*, 4(3).
- Arumi, E. R., Haidar, M., Fauzi, M., Jati, A. T., Rahman, F. A., & Aulia, I. A. R. (2022). Economic creativity development through training in organic fertilizer production. *Community Empowerment*, 7(2), 279–284. <https://doi.org/10.31603/ce.4328>
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). Can I use TA? Should I use TA? Should I not use TA? Comparing reflexive thematic analysis and other pattern-based qualitative analytic approaches. *Counselling and Psychotherapy Research*, 21(1), 37–47. <https://doi.org/10.1002/capr.12360>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- El Janati, M., Robin, P., Akkal-Corfini, N., Bouaziz, A., Sabri, A., Chikhaoui, M., Thomas, Z., & Oukarroum, A. (2023). Composting date palm residues promotes circular agriculture in oases. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13, 14859–14872. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03387-z>
- Han, M., et al. (2021). Replacing synthetic fertilizer by manure requires adjusted technology and incentives: A farm survey across China. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105301. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105301>
- Haryanto, Y., Hartono, R., & Wibowo, H. T. (2023). Rural community empowerment through the utilization of straw as compost. *Universal Journal of Agricultural Research*, 11(1), 202–207. <https://doi.org/10.13189/ujar.2023.110120>
- Latif, A., Cahyandito, M. F., & Utama, G. L. (2023). Dynamic system modeling and sustainability strategies for circular economy-based dairy cow waste management. *Sustainability*, 15(4), 3405. <https://doi.org/10.3390/su15043405>
- Ministry of National Development Planning/Bappenas. (2021). The economic, social, and environmental benefits of a circular economy in Indonesia: Summary for policymakers. Ministry of National Development Planning/Bappenas.
- Nainggolan, H., Abu, M. R., Matdoan, I., & Nurdiansyah, L. (2024). Harnessing cattle manure waste for organic fertilizer production in Kampung Sanggaria Arso 1, Keerom Regency. *Community Empowerment*, 9(4), 712–719. <https://doi.org/10.31603/ce.11141>
- Ngatiyem, N., Romzah, R., Sari, S. S., Dewanto, S. A., Imani, R. T., Wafiqah, N. C., Afanti, Y. L., Aulia, Y. C., Rosadi, I., & Ohorella, R. P. R. (2024). Pemanfaatan limbah peternakan: Pelatihan pembuatan pupuk kompos di Desa Sidomulyo Kecamatan Salaman. *JUMAT PERTANIAN: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(3), 125–127. <https://doi.org/10.32764/abdimasper.v5i3.4959>
- Nugraha, J. T., Ramadani, S. D., Mukti, A., Nashiroh, C., & Rizqullah, F. M. (2024). Strengthening the management and productivity of waste bank through organic waste processing to support green economy in Ngargogondo Village, Magelang Regency. *Community Empowerment*, 9(11), 1667–1675. <https://doi.org/10.31603/ce.12381>
- Patunah, S., & Pradani, Z. E. (2024). Sustainable agriculture to support SDGs through innovation of organic fertilizer from livestock waste. *Journal of Agribusiness and Community Empowerment*, 7(2), 110–117. <https://doi.org/10.32530/jace.v7i2.779>
- Ratnasari, A., & Sugiyanto, C. (2023). Improving women's empowerment through management of dairy farms based on circular economy: A case study of Tegalombo, Pacitan Regency, East Java. *Journal of Resilient Economies*, 3(1). <https://doi.org/10.25120/jre.3.1.2023.4001>

- Rintjap, A., Kalangi, J., Tumewu, J., Lumy, T., & Manese, M. (2024). Pemberdayaan kelompok tani ternak sapi potong melalui introduksi teknologi pembuatan pupuk organik. *Techno Science Journal*, 6(1).
- Rosalina, R., Hermayantiningsih, D., Priyadi, M., Decenly, D., Putri, A. A., & Sametri, N. W. S. (2025). Empowering Talian Kereng Village farmer groups through independent organic fertilizer production based on local resources for sustainable agriculture. *Community Empowerment*, 10(2), 320–329. <https://doi.org/10.31603/ce.12340>
- Sanchez Bogado, A. C., Estrada-Carmona, N., Beillouin, D., Cheron-Bessou, C., Rapidel, B., & Jones, S. K. (2024). Farming for the future: Understanding factors enabling the adoption of diversified farming systems. *Global Food Security*, 43, 100820. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100820>
- Sukrianto, S., Putri, D. I., & Muhtadin, I. (2025). Pemberdayaan KWT Desa Waru melalui pengembangan agribisnis pupuk kompos sampah organik Pasar Parung berbasis teknologi. *Journal of Community Empowerment*, 4(2). <https://doi.org/10.31764/jce.v4i2.34396>
- Swastika, D. K. S., Priyanti, A., Hasibuan, A. M., Sahara, D., Arya, N. N., Malik, A., Ilham, N., Sayekti, A. L., Triastono, J., Asnawi, R., Sugandi, D., Hayati, N. Q., & Atman. (2024). Pursuing circular economics through the integrated crop-livestock systems: An integrative review on practices, strategies and challenges post Green Revolution in Indonesia. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101269. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101269>
- Tan, M., Hou, Y., Zhang, L., Shi, S., Long, W., Ma, Y., Zhang, T., Li, F., & Oenema, O. (2021). Operational costs and neglect of end-users are the main barriers to improving manure treatment in intensive livestock farms. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125149. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125149>
- Velasco-Muñoz, J. F., Mendoza, J. M. F., Aznar-Sánchez, J. A., & Gallego-Schmid, A. (2021). Circular economy implementation in the agricultural sector: Definition, strategies and indicators. *Resources, Conservation and Recycling*, 170, 105618. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105618>
- Widodo, N., Farhan, N., Romadhoni, S., Afif, M., Darril, F., Dwi, A., & Prasetyo, D. (2024). Peningkatan perekonomian peternak melalui pengolahan limbah. *AJAD: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(2), 446–453. <https://doi.org/10.59431/ajad.v4i2.362>
- Williams, L. J., van Wensveen, M., Dahlanuddin, Grünbühel, C. M., & Puspadi, K. (2022). Adoption as adaptation: Household decision making and changing rural livelihoods in Lombok, Indonesia. *Journal of Rural Studies*, 89, 328–336. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.12.006>