

Inovasi TAPURALIN-K untuk Pemberdayaan Petani Kakao Berbasis Ekonomi Sirkular di Kabupaten Aceh Timur

Adnan Achmad¹, Syamsul Bahri², Boy Riza Juanda², Yenny Amilda², Ainul Mardiyah², Kiagus Muhammad Zain Basriwijaya¹

¹Program Studi Agribisnis, Universitas Samudra

²Program Studi Agroteknologi, Universitas Samudra

INFO ARTIKEL

Diserahkan 13/02/2026
Direvisi 10/03/2026
Diterima 28/03/2026
Diterbitkan 31/03/2026

Kata Kunci:

Ekonomi Sirkular,
Limbah Kakao,
TAPURALIN-K,
Pemberdayaan Petani,
Pertanian Berkelanjutan

ABSTRAK

Limbah panen kakao berupa kulit buah, daun, dan ranting di perkebunan rakyat umumnya belum dimanfaatkan secara optimal dan masih sering dibakar atau ditumpuk, sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan dan hilangnya potensi bahan organik tanah. Program pengabdian ini bertujuan memberdayakan petani kakao melalui penerapan inovasi Tabung Pupuk Ramah Lingkungan–Kakao (TAPURALIN-K) berbasis ekonomi sirkular sebagai solusi pengelolaan limbah panen berkelanjutan. Kegiatan dilaksanakan di Desa Buket Bata, Kabupaten Aceh Timur, dengan melibatkan 50 petani menggunakan pendekatan partisipatif melalui observasi awal, sosialisasi, demonstrasi teknis, praktik mandiri, serta monitoring dan evaluasi. Hasil angket awal menunjukkan hanya 6% petani pernah mengolah limbah kakao, sementara praktik pembakaran masih dominan. Monitoring Oktober–November 2025 menunjukkan perubahan signifikan: 94% petani mempertahankan lubang TAPURALIN-K aktif, 72% rutin memasukkan limbah panen, dan 68% tidak lagi membakar limbah. Hasil ini menunjukkan perubahan perilaku awal petani serta keberlanjutan penerapan inovasi di tingkat petani. Inovasi ini terbukti sederhana, mudah diterapkan, dan berkontribusi terhadap perubahan perilaku, peningkatan kapasitas teknis, serta terbentuknya praktik pengelolaan limbah berbasis ekonomi sirkular yang berpotensi direplikasi pada perkebunan rakyat di daerah lain.

Corresponding author email:
adnanachmad@unsam.ac.id



Copyright © Author (2026). Published by Alesha Media Digital. This is an open access article under the [CC BY SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license. All writings published in this journal are personal views of the author and do not represent the views of this journal and the author's affiliated institutions.

1. PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao L*) merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan yang berperan penting bagi perekonomian Indonesia, terutama sebagai sumber pendapatan masyarakat pedesaan. Perkebunan kakao umumnya merupakan perkebunan rakyat yang dikelola dalam skala kecil dengan sistem budidaya yang masih bersifat konvensional. Kondisi ini mengakibatkan keberlanjutan produksi kakao sangat bergantung pada kemampuan petani dalam mengelola sumber daya kebun secara efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan [1, 2].

Dalam praktik budidaya kakao, aktivitas panen dan pemangkasan menghasilkan limbah berupa kulit buah, daun, dan ranting dalam jumlah besar. Limbah tersebut umumnya dibiarkan menumpuk di kebun atau dibakar secara terbuka, sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan, serta hilangnya potensi bahan organik yang sebenarnya dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kesuburan tanah [3, 4]. Padahal, berbagai penelitian menunjukkan bahwa limbah kakao kaya akan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, sehingga

berpotensi diolah menjadi pupuk organik dan pembenah tanah yang mendukung pertanian berkelanjutan [5, 6, 7].

Permasalahan semakin kompleks karena tingginya ketergantungan petani terhadap pupuk anorganik. Penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus meningkatkan biaya produksi sekaligus menurunkan kandungan bahan organik tanah dan kesuburan jangka panjang [8, 9]. Rendahnya pemanfaatan limbah kakao juga dipengaruhi oleh keterbatasan pengetahuan, akses teknologi, serta minimnya pendampingan berkelanjutan. Sebagian teknologi pengolahan limbah yang tersedia dianggap rumit dan tidak sesuai dengan kondisi petani kecil [4]. Disamping itu, kesesuaian teknologi dan karakteristik sosial ekonomi masyarakat sasaran serta pendekatan pemberdayaan yang partisipatif sangat menentukan keberhasilan implementasi pengelolaan limbah pertanian [10, 11].

Dalam konteks ini, pendekatan ekonomi sirkular menjadi relevan. Ekonomi sirkular menekankan pemanfaatan kembali sumber daya melalui daur ulang dan pemulihan material, sehingga siklus hara dapat ditutup secara efisien dan ramah lingkungan [12, 13, 14]. Penerapan prinsip ini di sektor pertanian memungkinkan limbah biomassa dikembalikan ke sistem produksi sebagai input, dengan teknologi sederhana dan biaya rendah yang sesuai bagi petani kecil [15, 16].

Desa Buket Bata, Kecamatan Pante Bidari, Kabupaten Aceh Timur, merupakan salah satu sentra kakao rakyat dengan volume limbah panen yang tinggi namun belum dikelola secara berkelanjutan. Berdasarkan hasil diskusi awal dengan petani, tim pengabdian Universitas Samudra menginisiasi penerapan inovasi Tabung Pupuk Ramah Lingkungan–Kakao (TAPURALIN-K). Inovasi ini dirancang untuk mendorong dekomposisi limbah kakao secara langsung di sekitar tanaman, sehingga unsur hara dapat dimanfaatkan kembali tanpa proses pengolahan yang kompleks.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memberdayakan petani kakao melalui penerapan TAPURALIN-K berbasis ekonomi sirkular, dengan harapan dapat meningkatkan kapasitas teknis petani, mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia, serta membangun fondasi awal praktik pertanian kakao berkelanjutan di tingkat lokal.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di Desa Buket Bata, Kecamatan Pante Bidari, Kabupaten Aceh Timur, yang merupakan salah satu sentra produksi kakao rakyat dengan karakteristik kebun kecil dan tingginya volume limbah kakao yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Kegiatan dilaksanakan dengan melibatkan dosen, mahasiswa Universitas Samudra, petani serta Aparat Desa. Mitra pengabdian adalah 50 petani kakao yang terdiri atas 38 orang anggota Kelompok Tani Makmur Coklat dan 12 orang petani kakao yang tidak tergabung dalam kelompok tani. Pemilihan petani peserta ditentukan berdasarkan koordinasi dengan pemerintah desa dan kelompok tani, mengikutsertakan petani non kelompok dimaksudkan agar kegiatan pengabdian ini dapat menjangkau masyarakat secara lebih luas.

Metode pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA), pendekatan partisipatif untuk mendorong keterlibatan aktif petani dalam setiap tahapan kegiatan. Pelaksanaan kegiatan dimulai pada bulan Agustus 2025 dengan melakukan observasi kebun kakao, identifikasi dan rumusan masalah serta diskusi untuk mencari solusi inovasi, kemudian pada bulan September 2025 dilaksanakan sosialisasi, demonstrasi, serta pendampingan kepada peserta untuk melakukan praktik langsung di kebun sendiri. Selanjutnya untuk melihat keberlanjutan penerapan inovasi di tingkat petani dilakukan monitoring dan evaluasi selama bulan Oktober hingga November 2025.

Alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi mesin pencacah limbah kakao, aktivator mikroorganisme (EM4), air, cangkul, dan ember. Mesin pencacah diberikan kepada kelompok tani sebagai sarana utama untuk mendukung keberlanjutan pengolahan limbah pascapanen.

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1 Observasi Awal

Pada tahap awal sebelum pelaksanaan lapangan kegiatan pengabdian terlebih dahulu dilakukan observasi kebun kakao, wawancara serta diskusi dengan ketua kelompok tani dan perwakilan petani. Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan utama terkait pengelolaan limbah panen kakao, kebiasaan petani dalam pemanfaatan limbah, serta kendala yang dihadapi dalam penerapan pupuk organik.

Observasi awal menunjukkan bahwa limbah panen kakao berupa kulit buah, daun, dan ranting hasil pemangkasan sebagian besar dibiarkan menumpuk di sekitar tanaman atau dibakar untuk membersihkan kebun. Kondisi ini mencerminkan petani masih mengelola limbah kakao secara konvensional dan belum memanfaatkan kembali sebagai sumber bahan organik. Hasil diskusi mengungkapkan bahwa petani membutuhkan teknologi tepat guna yang mudah diterapkan di kebun, tidak memerlukan biaya tambahan yang besar, serta mampu memanfaatkan limbah panen secara langsung di sekitar tanaman.



Gambar 1. Kegiatan observasi pada kebun kakao (kiri). Diskusi dengan ketua kelompok tani Makmur Coklat (tengah). Tim Pengabdian berdiskusi merumuskan inovasi TAPURALIN-K (kanan)

Berdasarkan hasil diskusi dengan ketua kelompok tani dan perwakilan petani tersebut, tim pengabdian Universitas Samudra kemudian menginisiasi inovasi Tabung Pupuk Ramah Lingkungan-Kakao (TAPURALIN-K), yaitu metode pengelolaan limbah kakao melalui proses dekomposisi langsung di sekitar tanaman. Inovasi ini dirancang sederhana, berbiaya rendah, dan mudah diterapkan secara mandiri oleh petani.



Gambar 2. Pengisian angket pemahaman awal petani tentang limbah kakao (baseline) (kiri). Penyampaian materi sosialisasi dan pelatihan teknis (tengah). Demonstrasi Pencacahan Kulit Kakao (kanan)

3.2 Sosialisasi, Demonstrasi dan Praktik Mandiri

Sosialisasi diawali dengan pengisian angket oleh petani peserta kegiatan untuk mengetahui pemahaman awal petani terhadap pemanfaatan limbah kakao. Hasil angket menunjukkan bahwa 82% petani menyatakan

mengetahui bahwa limbah kakao dapat dimanfaatkan kembali sebagai pupuk organik. Namun pengetahuan tersebut masih bersifat umum dan belum disertai pemahaman teknis mengenai cara penerapannya di kebun.

Hal ini tercermin dari masih sangat rendahnya tingkat penerapan di lapangan, yaitu hanya 6% petani yang pernah mengolah limbah kakao. Selain itu, 51% petani masih melakukan pembakaran limbah atau membiarkan limbah menumpuk di sekitar tanaman (64%). Data ini menunjukkan adanya kesenjangan antara pengetahuan dan praktik, yang mengindikasikan bahwa keterbatasan keterampilan teknis dan belum tersedianya metode yang sederhana menjadi faktor penting yang mempengaruhi rendahnya pemanfaatan limbah kakao [17].

Tabel 1. Pemahaman Awal Petani tentang Limbah Kakao

Pernyataan	Ya (%)	Tidak (%)
Mengetahui kulit kakao dapat dimanfaatkan	82	18
Pernah mengolah limbah kakao	6	94
Limbah kakao biasanya dibakar	51	49
Limbah dibiarkan menumpuk di kebun	64	36
Pernah mengikuti pelatihan pengolahan limbah	12	88

Sosialisasi dan pelatihan dilaksanakan dengan cara ceramah interaktif, dimulai dengan penjelasan tentang permasalahan limbah kakao, konsep ekonomi sirkular dalam pertanian, manfaat pemanfaatan bahan organik, serta pengenalan prinsip kerja TAPURALIN-K. Demonstrasi dilaksanakan pada salah satu kebun percobaan, dimulai dengan mengumpulkan kulit buah, daun dan ranting hasil pemangkasan kakao, kemudian dicacah dengan alat/mesin pencacah untuk mempercepat proses dekomposisi. Selanjutnya dibuat lubang (tabung) pupuk di sekitar tanaman kakao dengan jarak sekitar 30–50 cm dari batang utama dan ukuran kurang lebih 40 × 40 × 40 cm. Bahan organik hasil cacahan dimasukkan ke dalam lubang, ditambahkan aktivator mikroba dan air secukupnya, lalu ditutup dengan lapisan daun atau tanah tipis untuk menjaga kelembapan. Setelah dilakukan sosialisasi dan demonstrasi teknis TAPURALIN-K, petani mulai melakukan praktik mandiri di kebun masing-masing dengan didampingi tim pengabdian. Pada tahap implementasi berkelanjutan, petani tidak lagi bergantung pada pencacahan maupun aktivator karena proses dekomposisi dapat berlangsung secara alami.



Gambar 3. Demonstrasi Pemanfaatan limbah Kakao sebagai pupuk organik melalui inovasi TAPURALIN-K (kiri). Penyerahan Mesin Pencacah Kulit Kakao Kepada Ketua Kelompok Tani (tengah). Dukungan Petani untuk Kakao Berbasis Ekonomi Sirkular (kanan)

3.3 Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi yang dilaksanakan pada Oktober hingga November 2025 menunjukkan bahwa 94% petani masih mempertahankan lubang TAPURALIN-K, 72% aktif secara rutin memasukkan limbah panen ke dalam lubang, dan 68% tidak lagi membakar limbah. Selain itu, 84% petani menyatakan berminat

melanjutkan penerapan TAPURALIN-K secara mandiri. Perubahan ini dapat dilihat secara lebih jelas pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Monitoring Keberlanjutan Penerapan TAPURALIN-K

Indikator Monitoring	Jumlah Petani (Orang)	Persentase (%)
Lubang TAPURALIN-K masih aktif	47	94
Limbah dimasukkan rutin	36	72
Tidak lagi membakar limbah	34	68
Berminat melanjutkan mandiri	42	84

Data tersebut menunjukkan bahwa perubahan perilaku petani telah mulai terbentuk. Tingginya persentase keberlanjutan penerapan serta minat untuk melanjutkan secara mandiri mengindikasikan bahwa inovasi TAPURALIN-K dapat diterima dan diadaptasi oleh petani dalam praktik pengelolaan kebun sehari-hari.

3.4 Pembahasan

Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa TAPURALIN-K mampu mengintegrasikan prinsip ekonomi sirkular dalam sistem budidaya kakao rakyat. Limbah panen yang sebelumnya dianggap tidak bernilai kini dikembalikan ke dalam sistem produksi sebagai sumber bahan organik, sehingga terbentuk siklus hara yang lebih efisien dan ramah lingkungan [18, 19]. Pendekatan dekomposisi langsung di kebun memiliki keunggulan dibandingkan metode pengomposan terpusat karena tidak memerlukan lahan khusus, waktu pengolahan panjang, maupun ketergantungan pada input eksternal [20].

Dari perspektif pemberdayaan masyarakat, penerapan TAPURALIN-K dengan pendekatan partisipatif terbukti efektif dalam mendorong perubahan perilaku petani. Keterlibatan sejak tahap perencanaan hingga evaluasi meningkatkan rasa memiliki terhadap inovasi, sehingga peluang keberlanjutan program lebih besar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menekankan pentingnya kesesuaian teknologi dengan kondisi sosial-ekonomi masyarakat dalam penerapan sistem pertanian nol limbah [21].

Selain itu, TAPURALIN-K menawarkan kebaruan dibandingkan teknologi pengolahan limbah lain yang cenderung kompleks. Dengan memanfaatkan dekomposisi alami di sekitar tanaman, inovasi ini sederhana, murah, dan sesuai dengan karakteristik petani kecil. Hal ini konsisten dengan pandangan bahwa ekonomi sirkular dapat diimplementasikan melalui teknologi adaptif berbasis sumber daya lokal [14].

Meskipun dampak agronomis jangka panjang belum dapat diamati dalam periode monitoring yang relatif singkat, perubahan perilaku awal petani menunjukkan fondasi penting bagi penerapan pertanian berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat melalui penerapan Tabung Pupuk Ramah Lingkungan–Kakao (TAPURALIN-K) di Desa Buket Bata, Kabupaten Aceh Timur, berhasil menunjukkan bahwa pengelolaan limbah kakao berbasis ekonomi sirkular dapat diterapkan secara efektif pada perkebunan rakyat. Kondisi awal yang ditandai dengan dominasi praktik pembakaran dan penumpukan limbah beralih menuju pemanfaatan limbah sebagai sumber bahan organik melalui penerapan TAPURALIN-K.

Perubahan perilaku petani terlihat nyata, di mana sebagian besar mulai mengadopsi TAPURALIN-K, mengurangi praktik pembakaran, serta menunjukkan minat untuk melanjutkan penerapan secara mandiri. Inovasi ini terbukti sederhana, murah, dan sesuai dengan karakteristik petani kecil, sehingga berpotensi direplikasi di daerah lain dengan kondisi serupa.

Selain memberikan solusi teknis terhadap permasalahan limbah kakao, kegiatan ini juga memperkuat kapasitas petani, menumbuhkan kesadaran ekologis, dan membangun fondasi awal bagi praktik pertanian berkelanjutan di tingkat lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Samudra atas dukungan dana yang diberikan sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan baik. Apresiasi juga diberikan kepada aparat Desa Buket Bata, Kelompok Tani Makmur Coklat, serta seluruh petani kakao yang telah berpartisipasi aktif dalam setiap tahapan kegiatan. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada mahasiswa Universitas Samudra yang turut mendampingi proses sosialisasi, demonstrasi teknis, dan monitoring lapangan. Dukungan dari berbagai pihak tersebut menjadi fondasi penting bagi keberhasilan program dan keberlanjutan penerapan TAPURALIN-K di masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Iskandar, S. Amanah, A. V. S. Hubeis, D. Sadono, L. N. Ginting, and Mujiburrahmad, "Improving the sustainability of cocoa smallholders farming in Aceh, Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 951, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/951/1/012036.
- [2] D. M. Rahmah et al., "Integrating life cycle assessment and multi criteria decision making analysis towards sustainable cocoa production system in Indonesia: An environmental, economic, and social impact perspective," *Heliyon*, vol. 10, no. 19, p. e38630, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e38630.
- [3] Y. Ferry, M. Herman, E. B. Tarigan, and D. Pranowo, "Improvements of soil quality and cocoa productivity with agricultural waste biochar," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 974, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/974/1/012045.
- [4] S. B. Anoraga, R. Shamsudin, M. H. Hamzah, S. Sharif, and A. D. Saputro, "Cocoa by-products: A comprehensive review on potential uses, waste management, and emerging green technologies for cocoa pod husk utilization," *Heliyon*, vol. 10, no. 16, p. e35537, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e35537.
- [5] S. N. Izzah, E. Brugman, T. T. Baladraf, and F. Rachmadita, "An overview of cocoa nibs shell waste potential to achieve sustainable agriculture," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1230, no. 1, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1230/1/012028.
- [6] M. O. Okeniyi, S. B. Orisajo, S. O. Afolami, A. O. Enikuomihin, I. O. O. Ayelaagbe, and B. A. Ogundeji, "Rehabilitation of Old and Moribund Cacao Soil Using Organic Amendments in Ibadan and Owena of South West Nigeria," *J. Sci. Res. Reports*, vol. 26, no. 2, pp. 80–89, 2020, doi: 10.9734/jsrr/2020/v26i230227.
- [7] M. Wijaya M., Muhammad Wiharto, M. Anwar, and Muhammad Nur Alam, "Eksplorasi Limbah Kulit Buah Kakao Wilayah Sulselbar: Analisis Komposisi, Pirolisis, dan Potensinya sebagai Bio-fertiliser," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 14, no. 1, pp. 13–24, 2025, doi: 10.23887/jstundiksha.v14i1.90408.
- [8] S. Y. Tyasmoro, *Pertanian Organik: Penerapan Pupuk Organik Menuju Pertanian Berkelanjutan*, I. Malang: Universitas Brawijaya Press, 2023. [Online]. Available: https://play.google.com/store/books/details?id=8_z6EAAAQBAJ&rdid=book-8_z6EAAAQBAJ&rdot=1&source=gbs_vpt_read&pcampaignid=books_booksearch_viewport
- [9] R. Rozalina, S. B. Indra, Z. Zulhilmi, K. M. Z. Basriwijaya, and S. Safrizal, "Pengembangan Keterampilan Pembuatan Pupuk Organik Cair Berbasis Sumber Daya Lokal untuk Peningkatan Pendapatan Petani di Kabupaten Gayo Lues," *J. Masy. Madani Indones.*, vol. 4, no. 3, pp. 716–724, 2025, doi: 10.59025/gg6rjn80.
- [10] Erpina Santi Meliana Nadeak, "Housewives' Perceptions Toward the Use of Black Soldier Fly Technology in Managing Household Organic Waste in Rural Areas," *Int. J. Soc. Sci.*, vol. 3, no. 4, pp. 429–436, 2023, doi: 10.53625/ijss.v3i4.6992.
- [11] H. Hasriyanty, B. H. Nasir, S. Sulaeman, and S. A. Lasmini, "Application of zero waste farming system technology for the empowerment of farmers and breeders in Sigi Regency, Central Sulawesi," *Community Empower.*, vol. 9, no. 2, pp. 225–235, 2024, doi: 10.31603/ce.10445.
- [12] F. Y. A. S. Rita Parmawati, Rizha Hardyansah. , Bagyo Yanuwadi. , Abdul Aziz , Galif Agum Gumelar, Sonya Veronika Nggauk, *Circular Economy Di Sektor Pertanian*, I. Malang: UB Press, 2024. [Online]. Available:

- https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=sjahEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=Circular+Economy+Di+Sektor+Pertanian&ots=UvkDKokEZk&sig=qomyn12Cb6tQayq_V1WoUOJ-r8s&redir_esc=y#v=onepage&q=Circular+Economy+Di+Sektor+Pertanian&f=false
- [13] J. Kirchherr, D. Reike, and M. Hekkert, "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 127, no. September, pp. 221–232, 2017, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005.
- [14] M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. P. Bocken, and E. J. Hultink, "The Circular Economy – A new sustainability paradigm?," *J. Clean. Prod.*, vol. 143, pp. 757–768, 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.
- [15] C. S. Shyam *et al.*, "Development of Integrated Farming System Model—A Step towards Achieving Biodiverse, Resilient and Productive Green Economy in Agriculture for Small Holdings in India," *Agronomy*, vol. 13, no. 4, 2023, doi: 10.3390/agronomy13040955.
- [16] S. S. Kaley, A. T. Sumpala, M. Murni, and N. Afda, "Edukasi dan Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Kulit Kakao di Desa Puhu Pendahuluan Metode Pelaksanaan," vol. 6, no. 1, pp. 172–177, 2026.
- [17] F. A. J. S. K. Yamoah, "Integrating climate-smart agri-innovative technology adoption and agribusiness management skills to improve the livelihoods of smallholder female cocoa farmers in Ghana," *Clim. Dev.*, vol. 16, no. 3, pp. 169–175, 2024, [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17565529.2021.2024125>
- [18] S. Cahyani, "Pemetaan konseptual peran agroforestri dalam pertanian berkelanjutan dan ekonomi sirkular," *J. Econ. Res. Policy Stud.*, vol. 5, no. 2, pp. 415–428, 2025, doi: 10.53088/jerps.v5i2.1897.
- [19] A. Arafat and S. Baso, "Implementation of the Cocoa Area Development Program Corporate-Based (Plant Integration Cocoa And Cow Livestock) In the Regency East Kolaka," *Int. J. Business, Law, Educ.*, vol. 4, no. 2, pp. 411–427, 2023, doi: 10.56442/ijble.v4i2.179.
- [20] I. Rahim, A. Nasruddin, T. Kuswinanti, L. Asrul, and B. Rasyid, "Utilization of Cocoa Pod Husk Waste Composting by Tremella Sp and Pleurotus Sp as A Medium to Growth of Cocoa Seedling," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 156, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/156/1/012012.
- [21] P. K. Sarangi, A. K. Singh, R. K. Srivastava, and V. K. Gupta, "Recent Progress and Future Perspectives for Zero Agriculture Waste Technologies: Pineapple Waste as a Case Study," *Sustain.*, vol. 15, no. 4, 2023, doi: 10.3390/su15043575.