



## JURNAL ABDI INSANI

Volume 12, Nomor 5, Mei 2025

<http://abdiinsani.unram.ac.id>. e-ISSN : 2828-3155. p-ISSN : 2828-4321



### PENINGKATAN KOMPETENSI PETANI DAN PETERNAK DALAM IMPLEMENTASI INTEGRATED FARMING SYSTEM (IFS) DI DESA TALUMELITO KECAMATAN TELAGA BIRU KABUPATEN GORONTALO

*Community Empowerment Based on Waste Management and Sustainable Settlements In Leato Utara Sub District, Dumbo Raya District, Gorontalo City*

**Muhammad Mukhtar<sup>1\*</sup>, Mohamad Lihawa<sup>2</sup>, Supriyo Imran<sup>3</sup>, Safriyanto Dako<sup>1</sup>,  
Mohammad Zubair Hippy<sup>3</sup>, Siti Rahmatia Machieu<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Animal Husbandry Study Program, Gorontalo State University, <sup>2</sup>Agrotechnology Study Program, Gorontalo State University, <sup>3</sup>Agribisnis Study Program, Gorontalo State University

*Jl. Jend. Sudirman No.6, Dulalowo Timur., Kecamatan Kota Tengah, Kota Gorontalo, Gorontalo*

\*Alamat Korespondensi: [muhammadmukhtar@ung.ac.id](mailto:muhammadmukhtar@ung.ac.id)

*(Tanggal Submission: 10 Februari 2025, Tanggal Accepted : 20 Mei 2025)*



#### Kata Kunci :

*Kompetensi,  
Petani-  
Pernak, IFS,  
Pelatihan,  
Keberlanjutan*

#### Abstrak :

Peningkatan kompetensi petani dan peternak dalam implementasi Integrated Farming System (IFS) merupakan upaya strategis untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas sektor pertanian serta peternakan secara berkelanjutan. Kegiatan ini dilakukan di Desa Talumelito, Kecamatan Telaga Biru, Kabupaten Gorontalo, dengan tujuan meningkatkan keterampilan teknis, pemahaman konseptual, dan sikap relasional petani-peternak dalam mengelola usaha berbasis IFS. Metode yang digunakan meliputi pelatihan, pendampingan, dan evaluasi kompetensi sebelum dan sesudah pelatihan melalui pre-test dan post-test. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan kompetensi petani dan peternak yang signifikan setelah pelatihan. Kompetensi teknis meningkat dari 52,67% (kategori kurang baik) menjadi 71,00% (kategori cukup baik), kompetensi konseptual meningkat dari 55,33% menjadi 85,67% (kategori baik), dan kompetensi relasional meningkat dari 60,33% menjadi 85,33% (kategori baik). Penerapan IFS tidak hanya meningkatkan kualitas dan kuantitas pakan ternak tetapi juga mengoptimalkan sumber daya lokal untuk mendukung keberlanjutan usaha tani dan ternak. Dengan demikian, pelatihan ini membuktikan efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan dan wawasan petani-peternak, yang pada akhirnya berdampak positif pada produktivitas dan kesejahteraan petani dan peternak.



**Key word :**

Competence,  
Farmers-  
Livestock, IFS,  
Training,  
Sustainability

**Abstract :**

Improving the competence of farmers and livestock breeders in implementing the Integrated Farming System (IFS) is a strategic effort to increase the efficiency and productivity of the agricultural and livestock sectors in a sustainable manner. This activity was carried out in Talumelito Village, Telaga Biru District, Gorontalo Regency, with the aim of improving technical skills, conceptual understanding, and relational attitudes of farmers and livestock breeders in managing IFS-based businesses. The methods used include training, mentoring, and competency evaluation before and after training through pre-tests and post-tests. The results of the activity showed a significant increase in the competence of farmers and livestock breeders after training. Technical competence increased from 52.67% (less good category) to 71.00% (fairly good category), conceptual competence increased from 55.33% to 85.67% (good category), and relational competence increased from 60.33% to 85.33% (good category). The implementation of IFS not only improves the quality and quantity of animal feed but also optimizes local resources to support the sustainability of agricultural and livestock businesses. Thus, this training proves its effectiveness in improving the skills and insights of farmers and livestock breeders, which ultimately has a positive impact on the productivity and welfare of farmers and livestock breeders.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Mukhtar, M., Lihawa, M., Imran, S., Dako, S., Hippy, M. Z., & Machieu, S. R. (2025). Peningkatan Kompetensi Petani Dan Peternak Dalam Implementasi *Integrated Farming System* (IFS) Di Desa Talumelito Kecamatan Telaga Biru Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Abdi Insani*, 12(5), 2244-2256. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v12i5.2475>

## PENDAHULUAN

Sektor pertanian dan peternakan merupakan bagian integral dalam pembangunan ekonomi pedesaan yang berkelanjutan, terutama di Indonesia yang memiliki potensi besar dalam sumber daya alam dan keanekaragaman hayati (Saragih, 2019; Yusuf & Nasution, 2021). Namun, keberlanjutan sektor ini menghadapi berbagai tantangan, seperti degradasi lahan, perubahan iklim, dan rendahnya kapasitas sumber daya manusia dalam mengelola agroekosistem secara optimal (Rahman *et al.*, 2020; Wibowo & Setiawan, 2022). Desa Talumelito, yang terletak di Kecamatan Telaga Biru, Kabupaten Gorontalo, merupakan salah satu daerah yang menggantungkan perekonomiannya pada sektor pertanian dan peternakan. Namun, praktik pertanian dan peternakan yang masih konvensional sering kali menyebabkan rendahnya produktivitas dan efisiensi usaha tani (Sumarno *et al.*, 2023; Anwar & Handoko, 2021). Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kompetensi petani dan peternak dalam pengelolaan agroekosistem yang berkelanjutan melalui implementasi Integrated Farming System (IFS).

Integrated Farming System (IFS) merupakan konsep pertanian terpadu yang mengombinasikan berbagai subsektor, seperti tanaman pangan, hortikultura, peternakan, dan perikanan, dalam satu sistem yang saling mendukung (Hendri *et al.*, 2018; Prasetyo, 2020). Penerapan sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam, tetapi juga mampu mengurangi limbah pertanian dan meningkatkan kesejahteraan petani serta peternak (Wijaya & Santoso, 2022; Malik *et al.*, 2023). Namun, implementasi IFS masih terkendala oleh rendahnya pemahaman dan keterampilan petani dalam mengelola agroekosistem secara holistik, serta keterbatasan akses terhadap teknologi dan inovasi pertanian (Susanto *et al.*, 2021; Fauzi & Rahmat, 2019). Oleh karena itu, diperlukan



program pelatihan dan pendampingan bagi petani dan peternak agar mereka dapat menerapkan konsep IFS secara optimal.

Di Desa Talumelito, penggunaan lahan pertanian masih bersifat monokultur dengan dominasi tanaman pangan tertentu, seperti padi dan jagung, tanpa adanya diversifikasi yang signifikan (Hidayat & Sari, 2020; Rahim *et al.*, 2022). Kondisi ini menyebabkan ketergantungan petani terhadap satu jenis komoditas, sehingga rentan terhadap fluktuasi harga pasar dan gangguan lingkungan (Subekti *et al.*, 2017; Nasution & Syahputra, 2021). Dengan adanya pendekatan agroekosistem berbasis IFS, petani dapat memanfaatkan limbah pertanian untuk pakan ternak, sementara kotoran ternak dapat digunakan sebagai pupuk organik yang meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia (Suhendar *et al.*, 2023; Firmansyah & Utami, 2018).

Revitalisasi sistem pertanian yang berbasis IFS memerlukan pendekatan yang terintegrasi antara ilmu pengetahuan, teknologi, dan kearifan lokal (Widodo *et al.*, 2021; Suryana & Rachman, 2020). Pelatihan dan pendampingan bagi petani serta peternak menjadi langkah strategis untuk meningkatkan kompetensi mereka dalam mengelola agroekosistem secara efisien dan berkelanjutan (Purnomo *et al.*, 2019; Wahyudi *et al.*, 2022). Penerapan teknologi pertanian presisi, manajemen sumber daya air yang efektif, serta diversifikasi usaha tani dapat menjadi solusi untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian di Desa Talumelito (Fadhilah & Rahman, 2023; Zulfikar *et al.*, 2018).

Selain aspek teknis, keberhasilan implementasi IFS juga bergantung pada dukungan kelembagaan dan kebijakan yang berpihak kepada petani dan peternak (Sudirman *et al.*, 2016; Munandar & Setiawati, 2021). Penyuluhan dan pelatihan yang berkelanjutan serta fasilitasi akses terhadap teknologi dan pasar menjadi faktor kunci dalam membangun sistem pertanian yang tangguh dan berdaya saing (Mulyadi & Yulianti, 2020; Surya *et al.*, 2023). Pemerintah daerah dan akademisi perlu berkolaborasi dengan masyarakat setempat untuk menciptakan model pertanian terpadu yang dapat direplikasi di daerah lain (Anisa *et al.*, 2017; Ridwan & Kusnadi, 2022).

Dengan adanya program pengabdian kepada masyarakat ini, diharapkan petani dan peternak di Desa Talumelito dapat memperoleh pengetahuan dan keterampilan baru dalam mengelola agroekosistem secara lebih efisien dan berkelanjutan (Putra *et al.*, 2022; Syahrul & Handayani, 2019). Melalui adopsi teknologi pertanian modern, pengelolaan limbah yang efektif, serta penerapan prinsip pertanian berbasis ekologi, sistem pertanian di desa ini dapat lebih resilient terhadap perubahan iklim dan dinamika pasar (Saputra *et al.*, 2021; Kusuma & Andriani, 2023). Ke depan, hasil dari kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model percontohan bagi desa-desa lain dalam mengembangkan pertanian yang berorientasi pada keberlanjutan lingkungan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat (Yusri *et al.*, 2018; Rahayu & Santoso, 2020).

## METODE KEGIATAN

Tempat kegiatan ini yakni pada Desa Talumelito Kecamatan telaga Biru Kabupaten Gorontalo dengan sasaran masyarakat petani dan peternak. Tahapan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat sesuai pernyataan Sari (2022), yakni meliputi tahapan persiapan, tahapan pelaksanaan hingga tahapan evaluasi keberhasilan kegiatan. Metode yang dilaksanakan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini meliputi:

### 1. Persiapan

Tahap persiapan diawali dengan koordinasi dengan Pemerintah Desa Talumelito dan kelompok tani serta peternak setempat sebagai sasaran utama dalam kegiatan ini. Koordinasi ini bertujuan untuk menggali kebutuhan dan permasalahan yang dihadapi petani dan peternak dalam pengelolaan agroekosistem serta penerapan sistem pertanian terpadu (Integrated Farming System/IFS). Selain itu, dilakukan juga pendekatan dengan penyuluh pertanian dan peternakan untuk mendapatkan dukungan serta memastikan program yang dirancang sesuai dengan kebutuhan lapangan.



Selanjutnya, dilakukan penyusunan instrumen survei berupa kuesioner dan wawancara untuk menilai tingkat pemahaman, keterampilan, serta kendala yang dialami petani dan peternak dalam mengelola agroekosistem. Sebelum pelaksanaan kegiatan, diadakan Pre-Test kepada peserta untuk mengukur tingkat awal pengetahuan mereka terkait konsep agroekosistem dan sistem pertanian terpadu. Selain itu, tim pengabdian juga menyusun modul dan materi pelatihan yang akan digunakan dalam sesi penyuluhan dan praktik lapangan.

## 2. Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melibatkan berbagai metode, baik dalam bentuk penyuluhan, pelatihan, maupun pendampingan langsung kepada petani dan peternak. Tahapan pelaksanaan kegiatan meliputi:

### a. Observasi dan Identifikasi Masalah

Tim pengabdian melakukan observasi langsung di lapangan untuk mengidentifikasi kendala yang dihadapi petani dan peternak, seperti pengelolaan lahan, pemanfaatan limbah pertanian, sistem pakan ternak, serta aspek lingkungan yang berpengaruh terhadap keberlanjutan agroekosistem.

### b. Penyuluhan dan Pelatihan

Penyuluhan diberikan oleh tim ahli di bidang pertanian, peternakan, dan lingkungan hidup. Materi yang diberikan mencakup:

- 1) Konsep dasar agroekosistem dan dampaknya terhadap produktivitas pertanian dan peternakan.
- 2) Penerapan Integrated Farming System untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas usaha tani.
- 3) Teknik pengelolaan limbah pertanian dan peternakan menjadi pupuk organik dan pakan ternak alternatif.
- 4) Penerapan teknologi ramah lingkungan dalam pertanian dan peternakan.

## 3. Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk menilai keberhasilan kegiatan pengabdian kepada masyarakat serta dampaknya terhadap peningkatan kompetensi petani dan peternak di Desa Talumelito. Evaluasi ini meliputi:

### a. Evaluasi Pengetahuan dan Keterampilan

Setelah seluruh rangkaian pelatihan dan pendampingan selesai, dilakukan Post-Test kepada peserta untuk mengukur peningkatan pemahaman mereka mengenai konsep agroekosistem dan Integrated Farming System. Hasil Pre-Test dan Post-Test dibandingkan untuk melihat sejauh mana efektivitas penyuluhan dan pelatihan.

### b. Evaluasi Penerapan di Lapangan

Tim pengabdian melakukan kunjungan kembali ke lokasi peserta untuk mengevaluasi sejauh mana teknik dan metode yang diajarkan telah diterapkan dalam praktik sehari-hari. Evaluasi ini mencakup observasi langsung serta wawancara dengan peserta mengenai manfaat yang dirasakan dari program ini.

### c. Rencana Tindak Lanjut

Berdasarkan hasil evaluasi, dirancang rencana tindak lanjut untuk memastikan keberlanjutan program. Hal ini mencakup pembentukan kelompok tani dan peternak binaan, pemberian dukungan teknis berkelanjutan, serta kolaborasi dengan pihak pemerintah desa dan dinas terkait dalam mendukung pengembangan sistem pertanian terpadu di Desa Talumelito.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberdayaan kepada masyarakat ini dilakukan dengan berbagai tahapan, langkah awal yang dilakukan adalah dengan menilai sejauh mana kompetensi petani-peternak. *Pre Test* ini dilakukan pada 15 orang petani-peternak. Hasilnya dijabarkan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pre Test Kompetensi Petani-Peternak

| No | Aspek                                                                                                              | Skor Capaian | Keterangan  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| 1  | Kompetensi petani-peternak aspek teknis (keterampilan)                                                             | 52.67%       | Kurang Baik |
| 2  | Kompetensi petani-peternak aspek konseptual (pengetahuan usahatani)                                                | 55.33%       | Kurang Baik |
| 3  | Kompetensi petani-peternak aspek relasional (sikap kerja, motivasi, percaya diri, memiliki modal sosial yang baik) | 60.33%       | Kurang Baik |

Sumber: Data Olahan Peneliti, 2024

Berdasarkan tabel di atas diperoleh gambaran bahwa pada tes awal (pre test) sebelum dilakukannya pelatihan untuk peningkatan kompetensi petani dan peternak dalam implementasi integrated farming system (IFS) di Desa Talumelito Kecamatan Telaga Biru Kabupaten Gorontalo diperoleh gambaran kompetensi petani peternak yakni kompetensi petani-peternak aspek teknis (keterampilan) sebesar 52,67% yang berada pada kategori kurang baik. Kompetensi petani-peternak aspek konseptual (pengetahuan usahatani) sebesar 55,33% yang berada pada kategori kurang baik serta kompetensi petani-peternak aspek relasional (sikap kerja, motivasi, percaya diri, memiliki modal sosial yang baik) sebesar 60,33% yang berada pada kategori kurang baik.

### 1. Kompetensi Petani-Peternak Aspek Teknis (Keterampilan) - 52,67% (Kurang Baik)

Hasil tes awal (pre-test) menunjukkan bahwa tingkat keterampilan teknis petani-peternak dalam mengimplementasikan sistem pertanian terpadu (Integrated Farming System/IFS) di Desa Talumelito masih tergolong rendah, dengan capaian sebesar 52,67%. Nilai ini mencerminkan bahwa sebagian besar petani dan peternak belum memiliki keterampilan yang cukup dalam mengelola usaha tani dan ternak secara terpadu, seperti teknik pembuatan pupuk organik dari limbah pertanian, pengolahan kotoran ternak menjadi biogas, atau sistem rotasi tanaman yang berkelanjutan. Keterbatasan dalam keterampilan ini dapat disebabkan oleh kurangnya akses terhadap pelatihan teknis, minimnya praktik lapangan, serta keterbatasan sumber daya yang mendukung penerapan sistem pertanian berkelanjutan.

Keterampilan teknis yang kurang baik ini juga berdampak pada rendahnya efisiensi dan produktivitas usaha tani serta peternakan di wilayah tersebut. Petani-peternak cenderung masih menggunakan metode konvensional yang kurang optimal dalam meningkatkan hasil produksi dan menjaga keseimbangan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan intervensi dalam bentuk pelatihan dan pendampingan yang lebih intensif agar mereka dapat memahami dan menerapkan teknik budidaya yang lebih efisien, meningkatkan produktivitas, serta memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara lebih maksimal.

### 2. Kompetensi Petani-Peternak Aspek Konseptual (Pengetahuan Usahatani) - 55,33% (Kurang Baik)

Selain aspek keterampilan teknis, hasil pre-test juga menunjukkan bahwa tingkat pemahaman petani-peternak mengenai konsep dasar usahatani masih berada dalam kategori kurang baik, dengan persentase sebesar 55,33%. Hal ini mencerminkan bahwa banyak petani-peternak yang belum sepenuhnya memahami prinsip-prinsip dasar dalam integrated farming system (IFS), termasuk strategi diversifikasi usaha, pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan,

serta manajemen usaha tani yang lebih efisien. Kurangnya pemahaman ini dapat menyebabkan mereka mengalami kesulitan dalam mengembangkan usaha tani dan peternakan yang lebih terintegrasi dan menguntungkan.

Minimnya pengetahuan usahatani juga dapat berdampak pada rendahnya kemampuan petani-peternak dalam mengambil keputusan yang tepat terkait manajemen pertanian dan peternakan. Misalnya, mereka mungkin belum memahami pentingnya rotasi tanaman, pemanfaatan limbah pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah, atau cara meningkatkan efisiensi pakan ternak melalui teknologi fermentasi. Oleh karena itu, peningkatan kompetensi konseptual melalui penyuluhan dan pelatihan menjadi langkah yang sangat penting untuk membantu mereka memahami manfaat dan penerapan konsep pertanian terpadu secara lebih efektif.

### 3. Kompetensi Petani-Peternak Aspek Relasional (Sikap Kerja, Motivasi, Percaya Diri, dan Modal Sosial) - 60,33% (Kurang Baik)

Hasil pre-test juga menunjukkan bahwa kompetensi petani-peternak dalam aspek relasional, seperti sikap kerja, motivasi, rasa percaya diri, dan modal sosial, masih tergolong kurang baik dengan nilai sebesar 60,33%. Sikap kerja yang kurang optimal dapat menghambat penerapan inovasi dalam usaha tani dan peternakan, karena petani-peternak mungkin kurang memiliki inisiatif untuk mencoba metode baru atau mengembangkan sistem pertanian yang lebih efisien. Selain itu, rendahnya motivasi dapat menyebabkan kurangnya semangat untuk meningkatkan produktivitas dan mencari solusi atas berbagai permasalahan dalam usaha tani.

Selain itu, aspek relasional yang rendah juga berpengaruh pada rendahnya tingkat kepercayaan diri dalam mengambil keputusan terkait usaha tani dan peternakan. Petani-peternak yang kurang percaya diri cenderung enggan untuk menerapkan inovasi baru atau bekerja sama dengan pihak lain, seperti kelompok tani, penyuluh pertanian, atau lembaga pendukung lainnya. Oleh karena itu, pelatihan dan pendampingan tidak hanya harus fokus pada peningkatan keterampilan teknis dan konseptual, tetapi juga perlu menumbuhkan sikap kerja yang lebih proaktif, meningkatkan motivasi, serta membangun kepercayaan diri agar petani-peternak lebih siap dalam mengimplementasikan sistem pertanian terpadu secara efektif.

Berdasarkan hasil tersebut maka dilakukan pengabdian kepada masyarakat dengan metode penyuluhan dan pelatihan. Penyuluhan adalah suatu proses pemberian informasi, edukasi, dan motivasi kepada individu atau kelompok untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, serta perubahan sikap dan perilaku dalam suatu bidang tertentu. Penyuluhan biasanya dilakukan oleh tenaga ahli atau fasilitator dengan tujuan membantu masyarakat dalam memahami, mengadopsi, dan menerapkan inovasi atau teknologi baru yang dapat meningkatkan kesejahteraan mereka. Pelatihan adalah suatu proses pembelajaran yang lebih bersifat praktis dan aplikatif untuk meningkatkan keterampilan dan kompetensi seseorang dalam bidang tertentu. Pelatihan biasanya dilakukan melalui demonstrasi, praktik langsung, serta bimbingan dari instruktur atau tenaga ahli.

Adapun kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan metode penyuluhan dan pelatihan disajikan dalam Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Kegiatan Penyuluhan dan Pelatihan

Adapun tahapan dan materi yang diberikan yakni:

### 1) Konsep Dasar Agroekosistem dan Dampaknya terhadap Produktivitas Pertanian dan Peternakan

Agroekosistem adalah sistem ekologi yang telah dimodifikasi oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan pangan, serat, dan bahan bakar melalui praktik pertanian dan peternakan. Dalam konteks ini, pemahaman terhadap agroekosistem menjadi penting karena berkaitan erat dengan keberlanjutan produktivitas lahan pertanian serta keseimbangan lingkungan (Altieri, 2018). Pertanian yang tidak memperhatikan prinsip agroekosistem sering kali menyebabkan degradasi lahan dan penurunan hasil produksi akibat ketidakseimbangan ekologi. Salah satu tantangan utama dalam agroekosistem adalah bagaimana mengelola interaksi antara tanaman, hewan, dan lingkungan sekitarnya. Menurut Conway (2012), agroekosistem yang dikelola dengan baik mampu meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi erosi, serta mendukung keberlanjutan ekosistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, petani dan peternak perlu memiliki pemahaman yang baik mengenai interaksi ini agar dapat meningkatkan hasil pertanian dan peternakan secara berkelanjutan.

Pengelolaan agroekosistem yang baik juga mencakup penerapan teknik konservasi tanah dan air. Misalnya, penggunaan sistem rotasi tanaman dan penanaman tanaman penutup tanah dapat membantu mempertahankan kelembaban tanah serta mencegah degradasi lahan (Pretty, 2020). Hal ini penting untuk menjaga ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan dalam sistem pertanian dan peternakan. Selain itu, agroekosistem yang sehat berkontribusi terhadap peningkatan keanekaragaman hayati yang mendukung pengendalian hama dan penyakit secara alami. Keanekaragaman hayati dalam sistem pertanian dapat mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia yang berdampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Tilman *et al.*, 2017). Oleh karena itu, pelatihan mengenai konsep dasar agroekosistem sangat penting bagi

petani dan peternak agar mereka dapat mengembangkan strategi pengelolaan yang lebih berkelanjutan.

Dengan memahami prinsip agroekosistem, petani dan peternak dapat mengadopsi praktik pertanian dan peternakan yang lebih ramah lingkungan serta berorientasi pada keberlanjutan jangka panjang. Langkah-langkah ini tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga membantu dalam upaya mitigasi perubahan iklim yang berdampak terhadap sektor pertanian dan peternakan.

## **2) Penerapan Integrated Farming System untuk Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas Usaha Tani**

Integrated Farming System (IFS) merupakan pendekatan dalam sistem pertanian yang mengintegrasikan berbagai sektor pertanian, peternakan, dan perikanan secara holistik untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha tani. Menurut Gliessman (2015), sistem ini mengutamakan pemanfaatan sumber daya secara optimal sehingga limbah dari satu sektor dapat menjadi input bagi sektor lainnya, menciptakan sistem yang lebih berkelanjutan. IFS memberikan berbagai manfaat, salah satunya adalah peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya. Dalam sistem ini, limbah peternakan dapat digunakan sebagai pupuk organik bagi pertanian, sedangkan sisa panen dapat dijadikan pakan ternak. Dengan demikian, terjadi siklus tertutup yang mengurangi ketergantungan pada input eksternal seperti pupuk dan pakan komersial (Altieri & Nicholls, 2017).

Penerapan IFS juga dapat mengurangi risiko ekonomi bagi petani dan peternak. Dengan diversifikasi usaha tani, petani tidak hanya bergantung pada satu jenis komoditas, melainkan memiliki berbagai sumber pendapatan. Jika terjadi kegagalan panen pada satu sektor, sektor lain masih dapat memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan (Francis *et al.*, 2012). Dalam implementasi IFS, penting untuk memperhatikan aspek teknologi dan manajemen. Penggunaan teknologi seperti biogas untuk energi alternatif dari limbah ternak, serta sistem irigasi terpadu, dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi dampak lingkungan (Pretty, 2020). Petani dan peternak perlu mendapatkan pelatihan intensif mengenai penerapan teknologi ini agar manfaat IFS dapat dioptimalkan.

Secara keseluruhan, penerapan Integrated Farming System mampu meningkatkan kesejahteraan petani dan peternak dengan menciptakan sistem produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Oleh karena itu, kegiatan penyuluhan dan pelatihan dalam program pengabdian kepada masyarakat ini sangat penting untuk membantu mereka memahami dan menerapkan sistem ini dalam usaha tani mereka.

## **3) Teknik Pengelolaan Limbah Pertanian dan Peternakan Menjadi Pupuk Organik dan Pakan Ternak Alternatif**

Pengelolaan limbah pertanian dan peternakan merupakan aspek penting dalam keberlanjutan usaha tani. Limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan serta menurunkan produktivitas lahan dan kesehatan ternak. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah menjadi produk yang lebih bernilai, seperti pupuk organik dan pakan ternak alternatif, menjadi solusi yang efektif. Pupuk organik yang dihasilkan dari limbah pertanian mampu meningkatkan kesuburan tanah secara alami tanpa merusak struktur tanah, sementara pakan ternak alternatif membantu mengurangi ketergantungan terhadap pakan komersial yang harganya cenderung fluktuatif (Setiawan & Nurhayati, 2021).

Salah satu metode utama dalam pengelolaan limbah pertanian menjadi pupuk organik adalah melalui proses fermentasi dan kompos. Limbah tanaman seperti jerami, sekam padi, dan dedaunan dapat dicampur dengan kotoran ternak untuk mempercepat proses dekomposisi. Dengan penambahan mikroorganisme pengurai, proses ini dapat berlangsung lebih cepat dan menghasilkan pupuk berkualitas tinggi yang kaya akan unsur hara. Selain itu, penggunaan pupuk organik dari limbah pertanian terbukti dapat meningkatkan produktivitas pertanian dalam jangka

panjang dibandingkan dengan pupuk kimia yang dapat menyebabkan degradasi lahan (Widodo *et al.*, 2020).

Di sektor peternakan, limbah seperti kotoran sapi dan ayam dapat diolah menjadi biogas dan pupuk kandang. Biogas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan untuk kebutuhan rumah tangga maupun operasional pertanian. Selain itu, residu dari proses biogas masih dapat digunakan sebagai pupuk organik yang kaya akan nutrisi bagi tanaman. Penerapan teknologi ini tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga menciptakan sistem pertanian yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Sutrisno & Rahmadani, 2020).

Pemanfaatan limbah pertanian dan peternakan sebagai pakan ternak alternatif juga semakin berkembang. Limbah seperti jerami, dedak, dan batang jagung dapat difermentasi menggunakan teknologi silase untuk meningkatkan kadar nutrisinya. Pakan alternatif ini sangat bermanfaat terutama dalam menghadapi musim kemarau ketika ketersediaan hijauan berkurang. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa pakan berbasis limbah pertanian dapat meningkatkan efisiensi pencernaan dan pertumbuhan ternak, sekaligus mengurangi biaya produksi peternakan (Handayani & Prasetyo, 2021).

Dengan adanya pelatihan mengenai teknik pengelolaan limbah ini, diharapkan petani dan peternak di Desa Talumelito mampu mengoptimalkan sumber daya yang tersedia. Penerapan konsep pertanian berkelanjutan melalui pemanfaatan limbah pertanian dan peternakan tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga menjaga keseimbangan ekosistem. Keberhasilan pengelolaan limbah ini juga membutuhkan peran aktif pemerintah dan akademisi dalam memberikan pendampingan dan teknologi yang sesuai dengan kondisi lokal (Suryanto *et al.*, 2023).

#### **4) Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan dalam Pertanian dan Peternakan**

Teknologi ramah lingkungan dalam sektor pertanian dan peternakan semakin penting dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan degradasi lingkungan. Penggunaan teknologi yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca, meningkatkan efisiensi sumber daya, dan memperbaiki kualitas hasil produksi menjadi prioritas utama dalam sistem pertanian modern. Penerapan teknologi ini tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan tetapi juga meningkatkan kesejahteraan petani dan peternak melalui efisiensi biaya dan peningkatan produktivitas (Arifin & Susanto, 2021).

Salah satu teknologi ramah lingkungan yang telah banyak diterapkan adalah sistem irigasi tetes (drip irrigation). Teknologi ini memungkinkan penggunaan air yang lebih efisien dibandingkan metode irigasi konvensional. Dengan irigasi tetes, air dapat langsung dialirkan ke akar tanaman dalam jumlah yang tepat sehingga mengurangi pemborosan dan meningkatkan hasil panen. Sistem ini juga membantu mencegah erosi tanah dan penurunan kesuburan lahan akibat penyiraman yang berlebihan (Widjaja & Rahman, 2022).

Di bidang peternakan, penerapan kandang ramah lingkungan menjadi salah satu inovasi penting. Kandang yang dirancang dengan ventilasi yang baik, penggunaan material yang tahan lama, serta sistem pengelolaan limbah yang efisien dapat meningkatkan kesehatan ternak dan mengurangi pencemaran lingkungan. Selain itu, penggunaan pakan berbasis bahan alami dan probiotik dapat meningkatkan daya tahan ternak terhadap penyakit, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap antibiotik yang dapat mencemari lingkungan (Hidayat & Prawbowo, 2020).

Penggunaan energi terbarukan juga menjadi bagian penting dari teknologi ramah lingkungan di sektor pertanian dan peternakan. Pembangkit listrik tenaga surya dapat dimanfaatkan untuk mengoperasikan sistem irigasi, penerangan kandang, serta alat pengolahan hasil pertanian. Selain itu, pemanfaatan biogas dari kotoran ternak sebagai sumber energi alternatif telah terbukti mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan menekan emisi gas rumah kaca (Setiawan *et al.*, 2023).

Pelatihan mengenai penerapan teknologi ramah lingkungan ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran petani dan peternak tentang pentingnya keberlanjutan dalam usaha tani. Melalui adopsi teknologi yang lebih hijau, sistem pertanian dapat menjadi lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan serta lebih menguntungkan dalam jangka panjang. Keberlanjutan ini juga bergantung pada sinergi antara petani, akademisi, dan pemerintah dalam mengembangkan kebijakan yang mendukung penerapan teknologi ramah lingkungan di sektor pertanian dan peternakan (Sukmawati & Rahayau, 2021).

Setelah seluruh kegiatan dilakukan, selanjutnya dilakukan evaluasi mengenai kegiatan tersebut yang dalam hal ini melakukan *Post Test*. Hasil mengenai *Post Test* disajikan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Post Test Kompetensi Petani-Peternak

| No | Aspek                                                                                                              | Skor Capaian | Keterangan |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| 1  | Kompetensi petani-peternak aspek teknis (keterampilan)                                                             | 71.00%       | Cukup Baik |
| 2  | Kompetensi petani-peternak aspek konseptual (pengetahuan usahatani)                                                | 85.67%       | Baik       |
| 3  | Kompetensi petani-peternak aspek relasional (sikap kerja, motivasi, percaya diri, memiliki modal sosial yang baik) | 85.33%       | Baik       |

Sumber: Data Olahan Peneliti, 2023

Hasil pada tabel 4 di atas menunjukkan bahwa pada tes akhir (post test) sebelum dilakukannya pelatihan untuk peningkatan kompetensi petani dan peternak dalam implementasi integrated farming system (IFS) di Desa Talumelito Kecamatan Telaga Biru Kabupaten Gorontalo diperoleh gambaran kompetensi petani peternak yakni kompetensi petani-peternak aspek teknis (keterampilan) sebesar 71,00% yang berada pada kategori cukup baik. Kompetensi petani-peternak aspek konseptual (pengetahuan usahatani) sebesar 85,67% yang berada pada kategori baik serta kompetensi petani-peternak aspek relasional (sikap kerja, motivasi, percaya diri, memiliki modal sosial yang baik) sebesar 85,33% yang berada pada kategori baik.

#### 1. Kompetensi Petani-Peternak Aspek Teknis (Keterampilan) - 71,00% (Cukup Baik)

Setelah mengikuti pelatihan terkait penerapan sistem pertanian terpadu (Integrated Farming System/IFS), kompetensi teknis petani-peternak di Desa Talumelito meningkat signifikan, dengan hasil tes akhir (post-test) menunjukkan angka 71,00%, yang termasuk dalam kategori cukup baik. Peningkatan ini menunjukkan bahwa petani-peternak telah mulai menguasai keterampilan dalam mengelola usaha tani dan peternakan secara lebih efisien. Mereka menjadi lebih terampil dalam menerapkan teknik budidaya yang mendukung keberlanjutan, seperti pembuatan pupuk organik dari limbah ternak, pemanfaatan biogas untuk menghemat energi, serta pengelolaan rotasi tanaman guna meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi risiko hama dan penyakit.

Meskipun sudah menunjukkan perkembangan yang positif, masih ada ruang untuk peningkatan lebih lanjut. Beberapa petani-peternak mungkin masih menghadapi kendala dalam penerapan teknik yang lebih kompleks, terutama yang memerlukan investasi awal atau keterampilan khusus. Oleh karena itu, pendampingan lanjutan dan praktik langsung di lapangan perlu terus dilakukan untuk memastikan bahwa keterampilan yang diperoleh selama pelatihan dapat diterapkan secara optimal dalam kegiatan sehari-hari mereka. Dengan demikian, kompetensi teknis petani-peternak dapat terus meningkat hingga mencapai kategori baik atau

sangat baik, yang pada akhirnya akan berdampak positif pada produktivitas dan keberlanjutan usaha tani mereka.

2. Kompetensi Petani-Peternak Aspek Konseptual (Pengetahuan Usahatani) - 85,67% (Baik)

Hasil post-test menunjukkan bahwa pemahaman konseptual petani-peternak tentang usahatani meningkat signifikan, dengan nilai mencapai 85,67% atau dalam kategori baik. Ini menandakan bahwa setelah pelatihan, petani-peternak telah memiliki pemahaman yang lebih mendalam tentang prinsip-prinsip pertanian terpadu, termasuk konsep diversifikasi usaha, pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan, serta strategi pemasaran hasil pertanian dan peternakan yang lebih menguntungkan. Mereka kini lebih memahami bagaimana mengelola usaha tani secara efisien dengan pendekatan yang lebih modern dan berbasis ilmu pengetahuan, yang sebelumnya masih kurang dikuasai.

Peningkatan kompetensi konseptual ini berperan penting dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat terkait usaha tani dan peternakan. Dengan bekal pengetahuan yang lebih baik, petani-peternak mampu menerapkan strategi yang lebih efektif dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha mereka, seperti mengatur pola tanam yang sesuai dengan musim, memanfaatkan teknologi sederhana untuk meningkatkan hasil produksi, serta menerapkan prinsip ekonomi dalam manajemen usaha. Namun, agar pemahaman ini dapat terus berkembang dan diterapkan secara berkelanjutan, diperlukan dukungan dari berbagai pihak, termasuk penyuluh pertanian, akademisi, dan pemerintah, dalam bentuk pendampingan, bimbingan teknis, serta akses informasi yang lebih luas.

3. Kompetensi Petani-Peternak Aspek Relasional (Sikap Kerja, Motivasi, Percaya Diri, dan Modal Sosial) - 85,33% (Baik)

Aspek relasional petani-peternak juga mengalami peningkatan yang signifikan setelah mengikuti pelatihan, dengan hasil post-test menunjukkan nilai 85,33%, yang masuk dalam kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan tidak hanya berhasil meningkatkan keterampilan teknis dan pemahaman konseptual, tetapi juga membangun sikap kerja yang lebih positif, meningkatkan motivasi, serta menumbuhkan rasa percaya diri dalam menjalankan usaha tani dan peternakan. Petani-peternak kini lebih proaktif dalam mengadopsi inovasi baru, memiliki semangat yang lebih tinggi untuk meningkatkan produksi, serta lebih percaya diri dalam berinteraksi dengan pihak luar, termasuk mitra usaha dan pemerintah desa.

Peningkatan kompetensi relasional ini juga mencerminkan bahwa petani-peternak semakin sadar akan pentingnya kerja sama dan modal sosial dalam mengembangkan usaha mereka. Dengan adanya keterbukaan terhadap kolaborasi dan kemauan untuk saling berbagi pengetahuan, peluang untuk membentuk kelompok tani yang lebih solid dan memiliki daya tawar yang lebih kuat di pasar menjadi lebih besar. Namun, agar sikap positif ini tetap terjaga, perlu adanya forum komunikasi dan kegiatan bersama yang rutin dilakukan, seperti diskusi kelompok, kunjungan lapangan, serta kerja sama dengan berbagai pihak terkait. Dengan begitu, semangat kerja sama dan kepercayaan diri yang telah terbangun dapat terus berkembang dan berkontribusi terhadap keberlanjutan pertanian terpadu di Desa Talumelito.

Pelatihan memiliki peran penting dalam meningkatkan kompetensi petani dan peternak dalam menerapkan Integrated Farming System (IFS), khususnya dalam aspek peningkatan kualitas dan kuantitas pakan ternak. Melalui pelatihan, petani dan peternak memperoleh pengetahuan serta keterampilan dalam memanfaatkan limbah pertanian sebagai sumber pakan ternak yang bernutrisi tinggi. Misalnya, jerami padi yang sebelumnya hanya dibuang kini dapat diolah menjadi pakan fermentasi yang lebih tahan lama dan kaya akan zat gizi (Sutaryo & Haryanto, 2021). Selain itu, peternak juga diperkenalkan dengan teknologi hidropnik fodder sebagai alternatif hijauan berkualitas tinggi yang dapat diproduksi secara efisien tanpa memerlukan lahan luas (Siregar *et al.*, 2020). Dengan pemanfaatan teknologi ini, ketersediaan pakan ternak menjadi lebih stabil sepanjang tahun, sehingga produktivitas ternak dapat meningkat secara berkelanjutan.

Selain meningkatkan kualitas pakan, pelatihan juga mendorong petani dan peternak untuk lebih efisien dalam mengelola sumber daya yang tersedia guna meningkatkan kuantitas pakan ternak. Peternak diajarkan teknik silase dan amoniasi guna meningkatkan daya simpan pakan, yang sangat berguna saat menghadapi musim kemarau (Suganda & Widodo, 2022). Selain itu, pendekatan agroforestri dalam IFS memungkinkan petani untuk menanam tanaman pakan ternak secara berdampingan dengan tanaman utama mereka, sehingga produksi pakan dapat berjalan bersamaan dengan pertanian tanpa mengganggu produktivitas lahan (Rahayu *et al.*, 2021). Dengan adanya pelatihan yang berkelanjutan dan berbasis praktik langsung, petani dan peternak tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu mengaplikasikannya di lapangan untuk meningkatkan efisiensi usaha dalam usahatani dan usahaternak.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada peningkatan kompetensi petani dan peternak dalam implementasi Integrated Farming System (IFS) di Desa Talumelito, Kecamatan Telaga Biru, Kabupaten Gorontalo telah memberikan hasil yang signifikan. Pelatihan yang dilakukan berhasil meningkatkan kompetensi petani dan peternak dalam tiga aspek utama, yaitu teknis, konseptual, dan relasional. Hal ini terlihat dari peningkatan keterampilan dalam pengelolaan usaha tani dan ternak, pemahaman yang lebih baik mengenai konsep IFS, serta sikap kerja yang lebih positif, termasuk meningkatnya motivasi dan kepercayaan diri. Dengan penerapan IFS, petani dan peternak mampu mengelola sumber daya secara lebih efisien, meningkatkan kualitas dan kuantitas pakan ternak, serta mengoptimalkan hasil pertanian dan peternakan secara berkelanjutan.

Agar manfaat dari pelatihan ini dapat terus berlanjut, diperlukan upaya pendampingan secara berkala kepada petani dan peternak dalam penerapan teknologi yang telah diajarkan. Selain itu, pemerintah daerah dan instansi terkait diharapkan dapat mendukung keberlanjutan program ini dengan menyediakan akses terhadap teknologi, modal, serta pasar yang lebih luas bagi hasil usaha tani dan peternakan berbasis IFS. Selanjutnya, petani dan peternak diharapkan terus meningkatkan kompetensi mereka melalui pelatihan lanjutan dan berbagi pengalaman dengan kelompok tani lainnya agar praktik pertanian dan peternakan yang berkelanjutan dapat diterapkan secara lebih luas di wilayah Gorontalo.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan Terima Kasih kepada pimpinan Universitas Negeri Gorontalo beserta ketua beserta jajaran LPPM Universitas Negeri Gorontalo yang senantiasa memberikan dukungan dalam pelaksanaan Riset Kolaboratif Unggulan Fakultas (RKUF) sebagaimana tertuang dalam Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Gorontalo Nomor 653/UN47/HK.02/2024 dan Perjanjian / Kontrak Nomor B/859/UN47.D1.1/PT.01.03/2024.

## DAFTAR PUSTAKA

- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Florida: CRC Press.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). *Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture*. United Nations.
- Anisa, N., Ridwan, M., & Kusnadi, R. (2017). Penerapan sistem pertanian terpadu di pedesaan. *Jurnal Agribisnis*, 12(2), 45-58.
- Anwar, S., & Handoko, T. (2021). Efektivitas Sistem Pertanian Dalam Meningkatkan Kesejahteraan Petani. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 9(1), 78-92.
- Arifin, Z., & Susanto, B. (2021). *Teknologi Ramah Lingkungan dalam Pertanian Berkelanjutan*. Jakarta: Pustaka Agro.
- Conway, G. (2012). *One Billion Hungry: Can We Feed The World?*. New York: Cornell University Press.



- Fadhilah, S., & Rahman, A. (2023). Strategi Pengelolaan Agroekosistem Berbasis Ekologi. *Jurnal Agroekologi*, 15(3), 110-125.
- Firmansyah, R., & Utami, N. (2018). Pemanfaatan Limbah Pertanian Untuk Sistem Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 10(2), 67-79.
- Francis, C. A., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T. A., Creamer, N., Harwood, R., & Poincelot, R. (2012). *Agroecology: The Ecology of Food Systems*. *Journal of Sustainable Agriculture*.
- Gliessman, S. R. (2015). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. Florida: CRC Press.
- Handayani, L., & Prasetyo, D. (2021). *Pakan Alternatif Berbasis Limbah Pertanian untuk Efisiensi Peternakan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Hidayat, M., & Prabowo, R. (2020). *Inovasi Kandang Ramah Lingkungan dan Kesehatan Ternak*. Yogyakarta: Penerbit Peternakan Sejahtera.
- Hidayat, M., & Sari, L. (2020). Tantangan dan peluang dalam penerapan Integrated Farming System. *Jurnal Agroteknologi*, 8(4), 123-138.
- Malik, A. (2023). Manajemen Sumber Daya Dalam Pertanian Terpadu. *Jurnal Ketahanan Pangan*, 17(1), 89-102.
- Mulyadi, H., & Yulianti, T. (2020). Dukungan Kebijakan Terhadap Sistem Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Ekonomi Pertanian*, 14(2), 49-63.
- Pretty, J. (2020). The Sustainable Intensification of Agriculture. *Nature Sustainability*.
- Rahayu, S., Kusnadi, U., & Haris, R. (2021). Integrasi Pertanian Dan Peternakan Dalam Agroforestri: Solusi Keberlanjutan Pakan Ternak. *Jurnal Agroforestri Indonesia*, 13(2), 45-56.
- Saputra, D. (2021). Adaptasi Pertanian Terhadap Perubahan Iklim. *Jurnal Agroklimatologi*, 11(1), 77-91.
- Setiawan, H., & Nurhayati, S. (2021). *Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Pupuk Organik untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah*. Bandung: Penerbit AgroMedia.
- Setiawan, H., Sutrisno, T., & Rahmadani, A. (2023). *Biogas dan Energi Terbarukan dalam Peternakan Modern*. Bogor: IPB Press.
- Siregar, A. P., Putra, R. Y., & Mulyono, A. (2020). Pemanfaatan Hidroponik Fodder Untuk Meningkatkan Kualitas Pakan Ternak. *Jurnal Peternakan Berkelanjutan*, 8(1), 22-30.
- Sudirman, A. (2016). Peran Kelembagaan Dalam Mendukung Petani. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 5(2), 33-47.
- Suganda, E., & Widodo, T. (2022). Silase dan Amoniasi Dalam Manajemen Pakan Ternak Berbasis Pertanian Terpadu. *Jurnal Inovasi Peternakan*, 10(4), 102-113.
- Sukmawati, R., & Rahayu, P. (2021). *Kebijakan dan Implementasi Teknologi Hijau dalam Pertanian*. Surabaya: Penerbit Akademika.
- Suryanto, E., Wibowo, T., & Lestari, D. (2023). *Optimalisasi Pengelolaan Limbah Pertanian dan Peternakan dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan*. Semarang: Penerbit Universitas Diponegoro.
- Sutaryo, T., & Haryanto, B. (2021). Teknologi Fermentasi Jerami Sebagai Solusi Penyediaan Pakan Berkualitas Bagi Peternak. *Jurnal Ilmu Ternak*, 16(3), 75-88.
- Sutrisno, T., & Rahmadani, A. (2020). *Pengelolaan Limbah Ternak untuk Biogas dan Pupuk Organik*. Yogyakarta: Pustaka Hijau.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2017). Global Food Demand and the Sustainable Intensification of Agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Widjaja, K., & Rahman, L. (2022). Efisiensi Air Dalam Pertanian: Penerapan Irigasi Tetes. Jakarta: Penerbit AgroInovasi.
- Widodo, H., et al. (2021). Revitalisasi Sistem Pertanian Berbasis Ekosistem. *Jurnal Agroforestri*, 13(3), 98-112.
- Widodo, S., Prasetyo, B., & Santoso, R. (2022). *Fermentasi dan Kompos dalam Produksi Pupuk Organik*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.