

PEMBERDAYAAN KELOMPOK TANI TERNAK MELALUI INOVASI MESIN PENCACAH HYBRID TENAGA SURYA DAN IOT DI KABUPATEN PANGKEP

Wahyudi¹, Hartini Ramli², Wulan Purnamasari³, Mudarris⁴, Ika Wisudawaty⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Negeri Makassar

Jl. A. P. Pettarani, Tidung, Kec. Rappocini, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90222

¹wahyudi@unm.ac.id, ²hartini.ramli@unm.ac.id,

³wulan.purnamasari@unm.ac.id, ⁴mudarris@unm.ac.id, ⁵Ika.wisudawaty@umn.ac.id

Abstrak

Kelompok Tani Bilae (28 anggota) di Desa Taraweang, Pangkep, menghadapi produktivitas rendah akibat keterbatasan akses teknologi modern dan ketergantungan pada energi konvensional. Pemberdayaan ini bertujuan meningkatkan kapasitas kelompok tani dalam adopsi teknologi Internet of Things (IoT) untuk monitoring lahan serta mengimplementasikan energi terbarukan (panel surya) skala rumah tangga untuk mendukung operasional pertanian. Pelaksanaan program menggunakan empat tahap: 1) Penyuluhan dan pelatihan penggunaan teknologi; 2) Implementasi instalasi sensor IoT dan panel surya; 3) Pendampingan berkala; serta 4) Monitoring dan evaluasi dampak. Luaran yang ditargetkan adalah petani mampu mengoperasikan teknologi secara mandiri dan terpasangnya infrastruktur energi terbarukan. Penerapan ini diproyeksikan mampu meningkatkan efisiensi biaya operasional, seperti penghematan energi untuk pompa atau penerangan hingga 40% melalui panel surya, serta meningkatkan produktivitas panen sekitar 15-25% berkat monitoring presisi berbasis IoT. Program ini diharapkan dapat memberdayakan petani, mengurangi ketergantungan pada energi fosil, dan mewujudkan model pertanian modern yang ramah lingkungan serta berkelanjutan di Desa Taraweang.

Kata kunci: Energi Terbarukan; Internet of Things (IoT), Pemberdayaan Kelompok Tani, Pertanian Berkelanjutan, Peningkatan Produktivitas

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep) di Provinsi Sulawesi Selatan merupakan wilayah yang memiliki potensi pertanian dan peternakan yang signifikan, yang menjadi tulang punggung perekonomian bagi sebagian besar masyarakatnya. Sektor peternakan, khususnya sapi potong dan kerbau, tidak hanya berperan sebagai sumber pendapatan tetapi juga sebagai bentuk investasi dan tabungan hidup bagi keluarga petani. Namun, di balik potensi yang besar tersebut, kelompok tani ternak di daerah ini menghadapi sejumlah tantangan kompleks yang membelit produktivitas dan nilai ekonomi usahanya. Tantangan klasik yang paling menonjol adalah ketergantungan yang tinggi pada pakan ternak konvensional, yang ketersedianya sangat fluktuatif dan harganya semakin tidak terjangkau, terutama di musim kemarau. Di sisi lain, wilayah Pangkep dikaruniai dengan biomassa yang melimpah, seperti jerami padi, limbah jagung, dan berbagai jenis rumput liar, yang selama ini belum termanfaatkan secara optimal dan seringkali hanya dibakar atau dibiarkan membusuk, menimbulkan masalah lingkungan tersendiri.

Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep) memiliki potensi peternakan sapi potong dan kerbau yang signifikan sebagai tulang punggung perekonomian petani. Namun, kelompok tani ternak menghadapi tantangan kompleks, terutama ketergantungan tinggi pada pakan konvensional yang harganya mahal dan ketersedianya fluktuatif, khususnya di musim kemarau. Ironisnya, Pangkep dikaruniai biomassa limbah pertanian (jerami padi, limbah jagung)

yang melimpah namun belum termanfaatkan dan seringkali terbuang. Ketidakmampuan mengolah limbah ini berakar pada keterbatasan akses teknologi; mesin pencacah yang ada umumnya bergantung pada bahan bakar fosil atau listrik PLN yang mahal dan tidak stabil di pedesaan. Akibatnya, peternak terjebak dalam siklus biaya pakan tinggi dan usaha subsisten yang sulit berkembang.

Revolusi Industri 4.0 membuka peluang penerapan teknologi tepat guna untuk memecahkan masalah tradisional ini. Solusi yang ditawarkan adalah pemberdayaan kelompok tani melalui penerapan Mesin Pencacah Serbaguna Tenaga Surya yang terintegrasi dengan sistem *Internet of Things* (IoT). Tenaga surya dipilih sebagai solusi energi berkelanjutan yang membebaskan peternak dari beban biaya bahan bakar. Integrasi IoT menambahkan lapisan kecerdasan, memungkinkan pemantauan kondisi mesin (suhu, kapasitas, status baterai) dan pengelolaan data produksi pakan secara *real-time* melalui *smartphone*. Kebaruan (novelty) kegiatan ini terletak pada integrasi ganda: pemanfaatan energi terbarukan (surya) untuk operasional mesin produksi, sekaligus penerapan IoT untuk monitoring dan manajemen produksi secara presisi di tingkat peternak rakyat.

Pendekatan ini diharapkan tidak sekadar memberikan alat, tetapi mentransformasi cara berusaha tani ternak dari tradisional menjadi lebih terukur, terdata, dan efisien. Kegiatan ini diawali dengan observasi mendalam dan sosialisasi intensif untuk memetakan kondisi lapangan serta menyamakan persepsi dengan kelompok mitra, yang menyambut positif solusi penghematan biaya ini. Secara eksplisit, tujuan kegiatan ini adalah: 1) Mentransfer teknologi mesin pencacah pakan hibrida berbasis tenaga surya dan IoT kepada kelompok tani; 2) Meningkatkan kemandirian energi dan menekan biaya produksi pakan ternak; serta 3) Meningkatkan nilai tambah ekonomi limbah pertanian melalui adopsi teknologi tepat guna yang berkelanjutan.



Gambar 1. Observasi Awal

Oleh karena itu, program pengabdian masyarakat yang didanai oleh DPPM ini dirancang sebagai sebuah intervensi yang komprehensif. Program ini tidak berhenti pada instalasi mesin, tetapi mencakup rangkaian kegiatan pendampingan, pelatihan, dan pembinaan kapasitas masyarakat. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa teknologi yang diterapkan dapat diadopsi, dioperasikan, dan dipelihara secara mandiri oleh kelompok tani ternak, sehingga

benar-benar menjadi aset produktif yang memberdayakan dan membuka jalan bagi peningkatan pendapatan serta kesejahteraan masyarakat di Kabupaten Pangkep.

2. METODE PENGABDIAN

Metode pendekatan yang ditawarkan dalam upaya merealisasikan program Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) ini dirancang secara partisipatif dan terstruktur.

- Lokasi Kegiatan: Desa Taraweang, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep).
- Mitra Sasaran: Kelompok Tani Bilae (KAPOKTAN BILAE).
- Jumlah Peserta: 28 anggota petani dan peternak.
- Target Durasi Kegiatan: 6 bulan.

Fokus program dibagi menjadi dua bidang utama: (1) Penerapan Energi Tenaga Surya & IoT, dan (2) Peningkatan Nilai Ekonomi.

Implementasi program akan mengikuti alur yang sistematis untuk memastikan pencapaian target. Berikut adalah diagram alur pelaksanaan yang disajikan dalam bentuk tabel:

Tabel 1. Alur Pencapaian Target

Tahapan	Aktivitas Utama	Output (Keluaran)	Indikator Keberhasilan (Alat Ukur)
Tahap 1: Persiapan & Asesmen Awal (Bulan 1)	1. Survei kebutuhan energi & pakan (Door-to-door). 2. Pemetaan potensi surya & limbah pertanian. 3. <i>Focus Group Discussion</i> (FGD) pemetaan kesenjangan digital. 4. <i>Pre-test</i> pengetahuan dan keterampilan awal.	1. Data <i>baseline</i> (kebutuhan energi dengan biaya pakan, tonase limbah). 2. Peta potensi lokasi PLTS. 3. Hasil <i>pre-test</i> (skor rata-rata).	1. Tersedianya data <i>baseline</i> 28 anggota. 2. 100% anggota memahami tujuan program (diukur via <i>pre-test</i> dan sosialisasi).
Tahap 2: Implementasi Teknologi (Bulan 2-3)	1. Pembangunan 1 unit PLTS skala komunitas. 2. Instalasi 1 unit Mesin Pencacah Hibrida (Surya/Listrik). 3. Instalasi sensor IoT dan platform aplikasi monitoring.	1. 1 unit PLTS fungsional. 2. 1 unit Mesin Pencacah fungsional. 3. Aplikasi IoT terinstal di <i>smartphone</i> perwakilan mitra.	1. PLTS menghasilkan daya (diukur kWh). 2. Mesin mampu mencacah (diukur kg/jam). 3. Sistem IoT mengirim data <i>real-time</i> (Observasi).
Tahap 3: Pelatihan & Peningkatan Kapasitas (Bulan 2-4)	1. Pelatihan teknis (Operasional PLTS, Mesin, Aplikasi IoT). 2. Pelatihan manajerial (Formulasi pakan, manajemen produksi). 3. Pelatihan ekonomi (Pengolahan produk, <i>branding</i> , <i>e-commerce</i>).	1. Mitra terampil mengoperasikan teknologi. 2. Mitra mampu membuat pakan bernutrisi. 3. Mitra mampu mengelola pemasaran digital.	1. Peningkatan skor <i>post-test</i> $> 80\%$ (Kuesioner). 2. Dihasilkannya minimal 2 produk pakan/olahan baru. 3. Terbentuknya 1 unit usaha kolektif.
Tahap 4: Pendampingan & Penguatan Kelembagaan	1. Pembentukan struktur pengelola kolektif (alat & pemasaran). 2. Pendampingan	1. Struktur pengelola aktif. 2. SOP penggunaan alat. 3. Akun <i>e-commerce</i>	1. Adanya jadwal piket dan buku catatan (Logbook) penggunaan mesin. 2. Terjadinya

(Bulan 4-5)	operasional (Helpdesk, aktif troubleshooting). 3. Fasilitasi akses pasar (Pendaftaran marketplace).	minimal 10 transaksi awal melalui e-commerce.
Tahap 5: Evaluasi & Monitoring Akhir (Bulan 6)	1. Pengukuran kinerja teknis dan dampak ekonomi. 2. <i>Post-test</i> akhir dan survei kepuasan mitra. 3. Analisis data dan penyusunan laporan keberlanjutan.	1. Laporan dampak program. 2. Data peningkatan produktivitas & pendapatan. 3. Rekomendasi strategi keberlanjutan.

Metode Pelaksanaan Rinci**1. Penerapan Energi Tenaga Surya & IoT****Permasalahan:**

- Keterbatasan akses listrik dan ketergantungan bahan bakar fosil.
- Rendahnya efisiensi pengolahan pakan ternak (manual).
- Minimnya pemanfaatan teknologi digital.

Metode Pelaksanaan:

Program ini dilaksanakan melalui pendekatan partisipatif dan terpadu:

- Energi Surya (PLTS): Pelaksanaan dimulai dengan *assessment* kebutuhan energi (Tahap 1) melalui survei *door-to-door* dan pemetaan potensi surya. Dilanjutkan dengan pembangunan PLTS komunitas (Tahap 2) yang melibatkan tenaga lokal terlatih, instalasi rangka panel surya, dan pendampingan intensif. Pendekatan unik adalah integrasi sistem energi ini untuk kegiatan produktif (penerangan usaha malam, daya mesin pencacah).
- Efisiensi Pakan (Mesin Pencacah): Implementasi (Tahap 2) berupa pengenalan mesin pencacah serbaguna bertenaga hibrida (surya/listrik). Pelatihan komprehensif (Tahap 3) mencakup tiga modul: 1) Operasional dan perawatan mesin; 2) Formulasi pakan bernutrisi dari bahan baku lokal; dan 3) Manajemen produksi. Akan dibentuk sistem pengelolaan kolektif (Tahap 4) dengan jadwal penggunaan dan sistem kontribusi pemeliharaan.
- Adopsi Digital (IoT): Dimulai dengan pembentukan Tim Digital Kelompok Mitra dan pemetaan kesenjangan digital melalui FGD (Tahap 1). Implementasi teknologi IoT (Tahap 2) dilakukan secara modular berupa aplikasi *mobile* sederhana. Pelatihan intensif (Tahap 3) menggunakan simulasi perangkat. Sistem pendukung (Tahap 4) berupa *helpdesk* digital dan tim respons cepat dibentuk untuk keberlanjutan.

2. Peningkatan Nilai Ekonomi**Permasalahan:**

- Rendahnya nilai tambah produk.
- Akses pasar terbatas.
- Ketergantungan pada sistem monokultur.

Metode Pelaksanaan:

Program ini menggunakan strategi terpadu untuk inovasi produk dan penguatan kelembagaan:

- Nilai Tambah Produk: Pembangunan sentra pengolahan terpadu sederhana (Tahap 2) dan pelatihan pengolahan pangan berbasis produksi nyata (Tahap 3). Ini akan didukung pengembangan strategi *branding* terpadu (Tahap 3) yang menonjolkan keunikan lokal.
- Akses Pasar: Pembentukan unit pemasaran kolektif dan pengembangan identitas merek (Tahap 3). Dilanjutkan pembuatan platform *e-commerce* yang terintegrasi *marketplace* nasional (Tahap 4) untuk memperluas jangkauan.

- Diversifikasi: Sosialisasi pertanian terpadu (Tahap 3) yang memanfaatkan teknologi energi surya, diikuti pengembangan model diversifikasi produk (misal: integrasi ternak dan sisa pakan/kotoran untuk pupuk) berdasarkan potensi setempat.

Metode Evaluasi Program

Untuk mengukur keberhasilan dan dampak program (Tahap 5), akan digunakan metode evaluasi *mixed-method* (kuantitatif dan kualitatif):

1. Evaluasi Kuantitatif:

- *Pre-test* dan *Post-test*: Menggunakan kuesioner terstruktur untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan (aspek kognitif dan psikomotorik) mitra sebesar 80% terkait operasional teknologi, manajemen pakan, dan pemasaran digital.
- Analisis Kinerja Teknis: Menggunakan logbook operasional dan alat ukur (misal: *kWh meter* pada PLTS, timbangan digital untuk 10kg mesin pencacah) untuk mengukur efisiensi dan produktivitas alat.
- Analisis Ekonomi: Membandingkan data *baseline* (Tahap 1) dengan data akhir (Tahap 5) menggunakan catatan keuangan mitra untuk mengukur peningkatan pendapatan, penghematan biaya (BBM/listrik), dan volume penjualan.

2. Evaluasi Kualitatif:

- Observasi Partisipatif: Menggunakan lembar observasi untuk mengamati secara langsung proses adopsi teknologi, aktivitas dalam pengelolaan kolektif, dan perubahan pola kerja mitra.
- Wawancara Mendalam (*In-depth Interview*): Menggunakan pedoman wawancara semi-terstruktur dengan perwakilan anggota (misal: ketua kelompok, operator mesin) untuk menggali persepsi, kendala, dan manfaat yang dirasakan.
- *Focus Group Discussion* (FGD) Akhir: Dilakukan pada Tahap 5 untuk mengevaluasi dinamika kelompok, efektivitas pendampingan, dan merumuskan rencana keberlanjutan program secara partisipatif.

Partisipasi Mitra

Partisipasi Kelompok Tani Bilae Desa Taraweang (KAPOKTAN BILAE) dalam Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) antara lain:

1. Kelompok Mitra (KAPOKTAN BILAE) bersedia melakukan kerjasama dalam pelaksanaan Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM).
2. Kelompok Mitra (KAPOKTAN BILAE) bersedia membantu penerapan teknologi energi surya dan IoT pada proses pertanian pasca panen untuk penerapan pada efisiensi pakan ternak.
3. Kelompok Mitra (KAPOKTAN BILAE) bersedia membentuk struktur pengelola inventaris berupa alat teknologi energi surya dan IoT.
4. Kelompok Mitra (KAPOKTAN BILAE) bersedia melakukan sosialisasi terhadap penerapan teknologi energi surya dan IoT pada kelompok masyarakat lainnya.
5. Kelompok Mitra (KAPOKTAN BILAE) bersedia membantu menyiapkan dokumen dalam upaya peningkatan pengelolaan kelompok tani.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat dengan judul “Pemberdayaan Kelompok Tani Ternak melalui Mesin Pencacah Serbaguna Tenaga Surya dan IoT untuk Meningkatkan Nilai Ekonomi di Kabupaten Pangkep” telah dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang komprehensif. Pendekatan ini selaras dengan teori Pemberdayaan Masyarakat (*Community Empowerment*), di mana mitra (Kelompok Tani Bilae) tidak diposisikan sebagai objek, melainkan sebagai subjek utama yang terlibat aktif dalam setiap proses, mulai dari perencanaan hingga implementasi.

Tahap 1: Observasi dan Sosialisasi Partisipatif

Kegiatan diawali dengan *assessment* mendalam terhadap kondisi lapangan, mencakup ketersediaan bahan baku (limbah jerami dan jagung), akses energi, dan pemahaman teknologi awal 28 anggota mitra. Pertemuan sosialisasi terbuka digunakan untuk memaparkan konsep integrasi mesin pencacah tenaga surya dan IoT.

Awalnya, terdapat keraguan terkait kompleksitas teknologi. Namun, setelah dijelaskan manfaat nyata (penghematan biaya BBM, kemudahan pemantauan), seluruh anggota menyambut positif. Tahap ini krusial untuk membangun kepercayaan (*trust building*) dan menyamakan persepsi, yang menjadi fondasi keberhasilan adopsi teknologi.

Tahap 2: Instalasi Teknologi Berbasis Keterlibatan Mitra

Tahap instalasi mesin pencacah dan panel surya sengaja dirancang sebagai sesi pelatihan praktis (*learning by doing*). Tim *engineer* melibatkan anggota kelompok dalam setiap langkah: merangkai panel surya, menyambungkan *controller charge*, baterai, dan inverter, serta merakit pisau pencacah. Pendekatan ini memastikan mitra memahami komponen alat dan mampu melakukan perawatan dasar, yang esensial untuk keberlanjutan.

Pemasangan sensor IoT (vibrasi, suhu *bearing*, dan voltmeter) serta instalasi aplikasi pemantauan *real-time* pada *smartphone* pengurus kelompok menjadi momen puncak. Hal ini diungkapkan oleh Ketua Kelompok Tani Bilae:

"Awalnya kami ragu, Pak. Barang apa ini pakai HP segala. Tapi setelah lihat mesin jalan pakai matahari, tidak beli solar lagi, dan kami bisa cek dari HP kalau mesin panas atau baterai lemah, kami baru sadar ini sangat membantu. Rasanya seperti peternak modern."

Refleksi ini menunjukkan pergeseran *mindset* dan tumbuhnya rasa percaya diri teknologi (*technological self-efficacy*) pada mitra.

Tahap 3: Pelatihan dan Pendampingan (Transfer Pengetahuan)

Pelatihan dibagi menjadi dua modul. Modul Teknis mencakup operasional mesin yang aman, perawatan rutin (mengasah pisau, membersihkan panel surya), dan *troubleshooting* dasar. Anggota secara bergantian mempraktikkan pencacahan berbagai bahan baku (jerami, rumput gajah) hingga mahir.

Modul Manajerial berfokus pada penerapan konsep IoT dalam Pertanian (*IoT in Agriculture*), yaitu mentransformasi data menjadi keputusan. Mitra dilatih membaca *dashboard* IoT untuk:

1. Menghitung volume produksi pakan harian (misalnya, 150 kg).
2. Memperkirakan penghematan biaya.
3. Merespons peringatan (misal: suhu *bearing* naik, segera matikan mesin untuk pelumasan).
4. Membuat catatan keuangan sederhana (perbandingan biaya sebelum dan sesudah).

Pendampingan intensif selama dua minggu memastikan mitra dapat mengoperasikan sistem secara mandiri.

Tahap 4: Hasil, Dampak, dan Analisis Keberhasilan

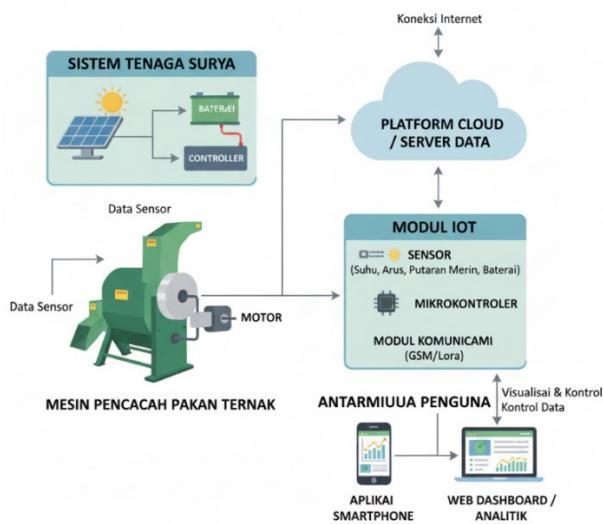
Hingga tahap pelaporan, dampak program sangat signifikan dan terukur. Keberhasilan ini sejalan dengan teori Adopsi Energi Terbarukan (*Renewable Energy Adoption*) yang menyatakan bahwa teknologi akan diadopsi jika memberikan *relative advantage* (keuntungan relatif) yang jelas, *compatibility* (kesesuaian) dengan kebutuhan, dan *observability* (kemudahan diamati) hasilnya.

1. Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi Mesin pencacah bertenaga surya beroperasi stabil dengan kapasitas produksi rata-rata 100-150 kg/jam. Kapasitas ini menghadirkan lompatan produktivitas lebih dari 800% dibandingkan metode pencacahan manual (diperkirakan hanya 15-20 kg/orang/jam). Waktu kerja petani untuk menyiapkan pakan berkurang drastis, memungkinkan mereka melakukan aktivitas produktif lainnya.
2. Penghematan Biaya Operasional (Efisiensi Energi) Sebelumnya, mitra yang menggunakan mesin diesel menghabiskan biaya bahan bakar (solar) sekitar Rp 20.000 - Rp 30.000 per hari. Dengan adopsi panel surya, biaya energi untuk pencacahan pakan menjadi Rp 0. Ini berarti efisiensi biaya energi mencapai 100%, menghemat minimal Rp 600.000 per bulan bagi kelompok.
3. Peningkatan Kualitas Pakan dan Nilai Tambah Limbah pertanian yang sebelumnya terbuang kini diolah menjadi pakan yang lebih halus, mudah dicerna ternak, dan bernutrisi lebih tinggi (melalui potensi pencampuran fermentasi). Hal ini dilaporkan mitra telah mengurangi ketergantungan pembelian pakan konsentrat.



Gambar 2. Implementasi Teknologi

Implementasi teknologi pada kegiatan pengabdian ini diwujudkan melalui penggunaan perangkat digital untuk mendukung proses perencanaan, dokumentasi, dan evaluasi kegiatan. Pemanfaatan teknologi tersebut membantu meningkatkan efisiensi, akurasi data, serta memudahkan masyarakat dalam memahami setiap tahap program secara lebih sistematis dan transparan.

**Gambar 3. Teknologi IoT & Panel Surya**

Berikut adalah tabel perbandingan kondisi mitra sebelum dan sesudah intervensi program:

Tabel 2. Perbandingan Kondisi Mitra

Indikator	Kondisi Sebelum Intervensi (Sebelum)	Kondisi Sesudah Intervensi (Sesudah)
Sumber Energi	Manual (tenaga manusia) / Diesel (BBM) / Listrik PLN (jika ada).	100% Tenaga Surya (Panel Surya).
Biaya Energi	Tinggi (Biaya pembelian Solar, estimasi > Rp 600.000/bulanan).	Nol (Rp 0).
Kapasitas Produksi	Sangat rendah (estimasi 15-20 kg/orang/jam).	Tinggi (Rata-rata 100-150 kg/jam).
Pemanfaatan Limbah	Rendah (sering dibakar atau dibiarkan membusuk).	Optimal (Jerami dan limbah jagung diolah).
Kualitas Pakan	Kasar (dicacah manual), sulit dicerna.	Halus, mudah dicerna, potensi nutrisi lebih baik.
Monitoring Mesin	Reaktif (Diperbaiki setelah rusak).	Preventif & <i>Real-time</i> (Monitor suhu, getaran, dan baterai via IoT).
Aspek Sosial	Usaha subsisten, tergantung cuaca.	Tumbuh semangat wirausaha baru (jasa pencacahan, penjualan pakan).

**Gambar 4. Pendampingan Pelatihan**

Secara keseluruhan, integrasi teknologi tepat guna (mesin hibrida) dan pendekatan pemberdayaan partisipatif telah berhasil meningkatkan kemandirian energi dan efisiensi produksi. Lebih penting lagi, program ini telah menumbuhkan semangat kewirausahaan baru di kalangan anggota kelompok, menempatkan mereka sebagai agen pembangunan yang siap mengelola usahanya secara berkelanjutan.

**Gambar 5. Hasil dan Evaluasi**

4. SIMPULAN

Program pengabdian ini berhasil memberdayakan Kelompok Tani Ternak Bilae melalui implementasi mesin pencacah hibrida (tenaga surya dan IoT). Intervensi teknologi tepat guna ini secara signifikan meningkatkan efisiensi produksi pakan (mencapai 100-150 kg/jam) dan berhasil menekan biaya operasional energi hingga 100% (Rp 0) dengan beralih total dari bahan bakar fosil ke tenaga surya. Adopsi teknologi ini tidak hanya mentransformasi limbah pertanian menjadi pakan berkualitas, tetapi juga membuka peluang wirausaha baru. Keberhasilan program ini ditopang oleh pendekatan partisipatif yang menumbuhkan rasa kepemilikan, menjadikan program ini model efektif untuk peningkatan ekonomi peternak pedesaan secara mandiri dan berkelanjutan.

5. SARAN

Berdasarkan hasil dan temuan selama kegiatan, berikut adalah beberapa poin tindakan (action plan) yang disarankan untuk pengembangan dan keberlanjutan program:

- **Peningkatan Kapasitas Teknologi:** Melakukan optimalisasi teknis pada alat, meliputi peningkatan kapasitas penyimpanan baterai (untuk operasional malam hari atau cuaca

- mendung) dan pengembangan fitur *dashboard* IoT yang lebih komprehensif (misalnya, notifikasi perawatan otomatis dan perhitungan biaya produksi *real-time*).
- Replikasi Program: Mendorong replikasi program dan diseminasi teknologi ini pada kelompok tani ternak lain di wilayah Kabupaten Pangkep atau daerah lain yang menghadapi permasalahan serupa (kelangkaan pakan dan keterbatasan akses energi).
 - Dukungan Kebijakan Pemerintah: Mengadvokasi hasil positif program ini kepada Pemerintah Daerah (Dinas Pertanian dan Peternakan) agar teknologi hibrida tenaga surya-IoT dapat diadopsi sebagai program unggulan daerah untuk mendukung ketahanan pakan dan pertanian berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (DPPM), serta LP2M Universitas Negeri Makassar dan Pemerintah Daerah Kabupaten Pangkep atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Seluruh dukungan tersebut tidak hanya berupa fasilitasi administratif dan pendanaan, tetapi juga bimbingan dalam perumusan program yang tepat sasaran. Kolaborasi antara lembaga pemerintah, perguruan tinggi, dan pemerintah daerah telah menjadi fondasi penting dalam memastikan program berjalan efektif dan memberikan dampak nyata bagi masyarakat. Sinergi ini memungkinkan seluruh tahapan kegiatan, mulai dari perencanaan, sosialisasi, hingga implementasi di lapangan, terlaksana secara terstruktur dan berkesinambungan. Dukungan yang solid ini turut memperkuat komitmen bersama dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat, memperluas akses pengetahuan, serta mendorong keberlanjutan program pemberdayaan di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, Aminuddin, Wahyudi, & Sumaryanto, I. (2024). Diversifikasi produk perikanan lokal berkelanjutan melalui inovasi teknologi berbasis energi terbarukan di Kelurahan Sibatua. *TEKIBA: Jurnal Teknologi dan Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 159–166. <https://doi.org/10.32672/tekiba.v4i2.6715>
- Hidayat, A., & Wahyudi. (2023). Desain alat penetas telur kapasitas 100 butir dengan sistem kontrol berbasis Internet of Things. *Micronic: Jurnal Multidisiplin Electric dan Electronic Engineering*, 1(2), 10–14. <https://doi.org/10.32672/micronic.v1i2.5694>
- Muhammad Hasim S., Sumaryanto, I., & Wahyudi M. (2024). *GreenTech Productions: Alat produksi pengolahan hasil pertanian berbasis panel surya* (Copyright Registration No. EC00202439110). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual Indonesia. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/>
- Ramli, H., Sukainah, A., Puspitasari, D., & Jayanegara, S. (2023). PKM pembuatan nugget ikan fortifikasi daun kelor sebagai bahan pangan tinggi protein. *TEKNOVOKASI: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 231–235. <https://doi.org/10.32672/teknovokasi.v3i2.6247>
- Wahyudi. (2024a). *Model konseptual smart grid lorong wisata berbasis Internet Of Things (IoT)* (Copyright Registration No. EC00202447579). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual Indonesia. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/>
- Wahyudi, Ramli, H., Asnur, M. K. M., & Purnamasari, W. (2024b). Pengelolaan lorong wisata berbasis teknologi Internet of Things (IoT) di Kota Makassar. *TEKIBA: Jurnal Teknologi dan Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 152–158. <https://doi.org/10.32672/tekiba.v4i2.6713>
- Wahyudi, Suhaeb, S., & Purnamasari, W. (2024c). IoT-Based automatic sprinkler innovation to support environmental economic sustainability in tourism aisles. *J-ENSYSTEMS (Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems)*, 4(2), 262–268. <https://doi.org/10.32672/j-ensystems.v4i2.6712>