Vol 5 No.3 (2026) - Agustus, pp 3022-3031 https://www.doi.org/10.59025/r1gse544

Jurnal Masyarakat Madani Indonesia
e-ISSN: 2829-6702
https://syadani.onlinelibrary.id/

Pemberdayaan Petani Lahan Berlereng melalui Konservasi Tanah-Air dan Biofertilizer Lokal di Pesawaran

Ansyori[1*], Herfandi Lamdo[2], Yudiana Sari[3], Ali Marhen[4], A. Mutasol Mubin[4]

[1]*Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Satu Nusa Lampung, Bandar Lampung, Indonesia*
[2]*Program Studi Hortikultura, Jurusan Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung, Indonesia*
[3]*Program Studi Manajemen, Universitas Satu Nusa Lampung, Bandar Lampung, Indonesia*
[4]*Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Satu Nusa Lampung, Bandar Lampung*

INFO ARTIKEL

Diserahkan 03/07/2026
Direvisi 12/07/2026
Diterima 22/07/2026
Diterbitkan 05/08/2026

***Kata Kunci*:**

Biofertilizer Lokal,
Konservasi Tanah-Air,
Lahan Berlereng,
Pemberdayaan Petani,
Biopori

ABSTRAK

Lahan pertanian berlereng di Kecamatan Way Ratai menghadapi risiko erosi, limpasan permukaan, penurunan bahan organik, dan ketergantungan tinggi pada input anorganik. Program ini dirancang untuk memperkuat kapasitas Kelompok Tani Sido Makmur melalui konservasi tanah-air, produksi biofertilizer berbasis sumber daya lokal, pengendalian mutu sederhana, pembukuan usaha tani, dan pemasaran kolektif. Pelaksanaan menggunakan Participatory Action Research yang mencakup sosialisasi, penilaian awal, pelatihan berbasis praktik, pembangunan dua demplot seluas 0,50 ha, pendampingan, serta evaluasi sebelum-sesudah pada 20 anggota dan 10 lahan adopter. Data menunjukkan skor pengetahuan meningkat dari 51,4 menjadi 84,3; 80% anggota mengadopsi sedikitnya dua teknik konservasi; dan 70% menjalankan pembukuan. Pada enam titik pengamatan, infiltrasi meningkat 29,0%, skor indikasi erosi menurun 42,9%, karbon organik tanah meningkat 12,5%, dan kapasitas tukar kation meningkat 6,2%. Lima batch kompos menghasilkan 940 kg dan empat batch pupuk organik cair menghasilkan 350 L dengan kelulusan mutu internal. Pada lima lahan cabai, produktivitas meningkat 14,8%, biaya pupuk menurun 13,9%, dan margin usaha meningkat 27,4%. Integrasi teknologi sederhana, pembelajaran kelompok, dan pencatatan berbasis data berpotensi memperkuat keberlanjutan usaha tani.

Corresponding author email:
ansyoriibrahim95@gmail.com

Copyright@ Author (2026). Published by Alesha Media Digital. This is an open access article under the CC BY SA 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

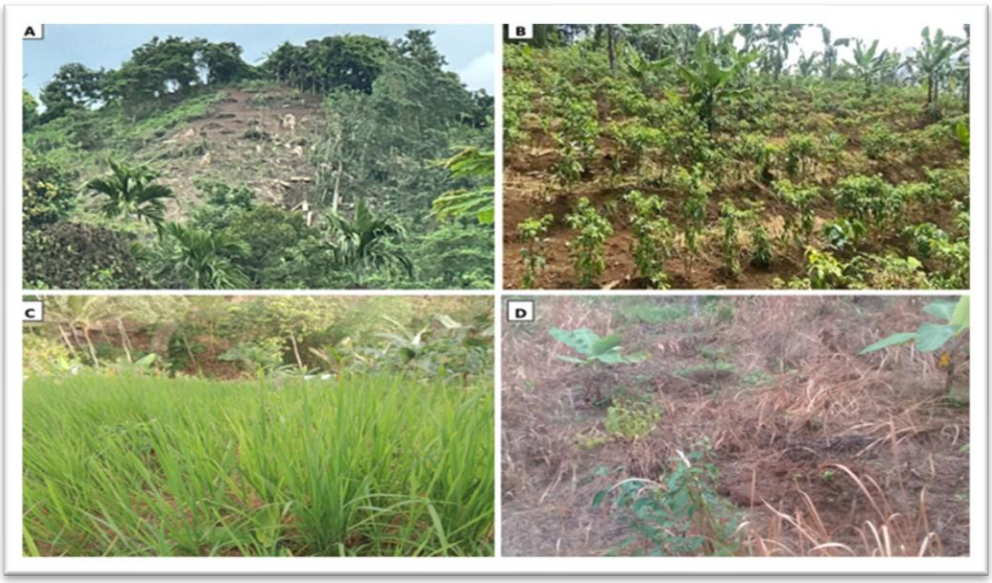
Lahan pertanian berlereng merupakan basis penting bagi produksi pangan, hortikultura, dan perkebunan rakyat, tetapi rentan terhadap limpasan dan kehilangan tanah. Erosi menipiskan lapisan olah, menurunkan porositas dan infiltrasi, serta mengangkut bahan organik dan unsur hara. Kajian pada lahan miring menunjukkan bahwa degradasi lapisan olah dan perubahan posisi lereng dapat menurunkan kualitas tanah serta meningkatkan faktor pembatas produktivitas [1]-[3]. Dampaknya tidak berhenti di lahan, tetapi juga mencakup sedimentasi saluran dan penurunan kualitas air di bagian hilir.

Pengendalian erosi pada lahan petani kecil perlu memadukan efektivitas teknis, biaya terjangkau, dan kemudahan pemeliharaan. Budidaya melintang lereng, gulud kontur, rorak, lubang resapan, mulsa, penutup tanah, dan pengembalian biomassa dapat memperpendek panjang lereng efektif, memperlambat aliran permukaan, serta meningkatkan waktu tinggal air. Bukti lapangan menunjukkan bahwa pengolahan melintang

lereng dan penutup tanah dapat mengurangi limpasan, sedimen, dan kehilangan hara [4], [5]. Di Indonesia, kombinasi teknik mekanik dan vegetatif lebih efektif apabila disesuaikan dengan karakter lereng, ketersediaan bahan, dan kapasitas pemeliharaan masyarakat [6]. Temuan lain juga memperlihatkan bahwa praktik olah tanah yang tepat dapat memperbaiki penyimpanan air pada lahan miring [7].

Pemulihan fungsi fisik tanah perlu disertai peningkatan bahan organik dan aktivitas biologi. Kompos dan pupuk organik cair dapat memanfaatkan biomassa lokal sekaligus mengurangi sebagian ketergantungan pada pupuk anorganik. Efektivitasnya, bagaimanapun, dipengaruhi bahan baku, rasio karbon-nitrogen, aerasi, lama fermentasi, kematangan, dosis, dan konsistensi mutu [8]. Praktik yang mempertahankan karbon organik juga cenderung mendukung keragaman mikroba dan fungsi siklus hara [9]. Trichoderma berpotensi berperan sebagai dekomposer, pemacu pertumbuhan, dan pendukung kesehatan tanaman [10]-[12], tetapi viabilitas, identitas mikroba, keamanan, dan kesesuaian kondisi lapang harus dikendalikan [12], [13]. Dalam artikel ini, istilah biofertilizer digunakan secara operasional untuk kompos dan pupuk organik cair yang diproduksi dengan bioaktivator Trichoderma; produk tidak diklaim sebagai pupuk hayati komersial sebelum memenuhi pengujian dan regulasi yang berlaku. Hasil penelitian tim pengusul menjadi dasar awal penyusunan prosedur produksi dan pengendalian mutu [14], [15].

Kelompok Tani Sido Makmur berada di Dusun Kaliawi, Desa Gunung Rejo, Kecamatan Way Ratai, Kabupaten Pesawaran, Lampung. Kelompok berdiri pada 2013 dan memiliki 20 anggota aktif. Observasi awal menunjukkan adanya jalur limpasan pada lahan perbukitan, penutup tanah yang tidak merata, serta penerapan budidaya mengikuti kontur yang belum menjadi standar kelompok. Biomassa lokal belum diolah secara konsisten, pencatatan biaya-hasil dan penelusuran mutu batch belum berjalan, sedangkan pemasaran masih dominan individual. Kondisi ini relevan dengan analisis perubahan penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai Way Ratai yang menunjukkan peningkatan kelas bahaya erosi sangat berat [16].



Gambar 1. Kondisi awal lahan mitra: (A) pembukaan vegetasi pada lereng, (B) kebun cabai pada lahan miring, (C) sawah tadah hujan, dan (D) kebun pisang dengan penutup tanah terbatas.

Program pengabdian yang hanya mengandalkan ceramah sering menghasilkan peningkatan pengetahuan jangka pendek tanpa adopsi yang bertahan. Oleh karena itu, kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif yang menggabungkan demplot, praktik bersama, logbook, evaluasi sebelum-sesudah, dan penetapan penanggung jawab kelompok. Participatory Action Research memperkuat keterlibatan petani dalam siklus pengamatan, tindakan, dan refleksi [17]. Efektivitas pendampingan juga meningkat apabila teknik keterlibatan

disesuaikan dengan tahap keputusan adopsi [18]. Pengalaman penguatan kelompok tani di Way Ratai menegaskan pentingnya integrasi keterampilan produksi dan kelembagaan [19].

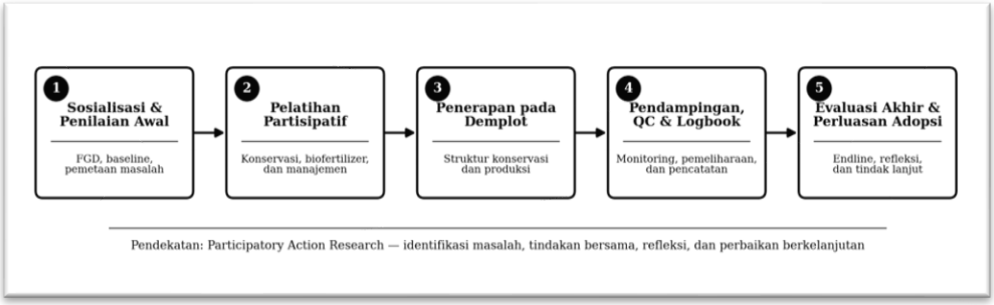
Tujuan kegiatan adalah meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota dalam konservasi tanah-air dan produksi biofertilizer; membangun demplot sebagai pusat belajar; menerapkan prosedur operasi standar dan pengendalian mutu sederhana; memperbaiki pencatatan biaya-hasil dan perhitungan harga pokok produksi; serta menumbuhkan adopsi dan pemasaran kolektif.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Lokasi, mitra, dan desain kegiatan

Kegiatan dirancang selama delapan bulan di Dusun Kaliawi, Desa Gunung Rejo, Kecamatan Way Ratai, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Mitra adalah Kelompok Tani Sido Makmur dengan 20 anggota aktif. Evaluasi menggunakan desain satu kelompok sebelum-sesudah yang dipadukan dengan pengamatan pada dua demplot seluas total 0,50 ha dan replikasi pada 10 lahan adopter seluas agregat sekitar 1,40 ha. Evaluasi ekonomi difokuskan pada cabai karena komoditas ini memiliki intensitas input dan sensitivitas tata air yang tinggi.

Pendekatan utama adalah Participatory Action Research. Anggota terlibat dalam identifikasi masalah, pemilihan lokasi, pembuatan struktur konservasi, produksi biofertilizer, pengisian logbook, pengamatan tanaman, evaluasi, dan penyusunan rencana tindak lanjut. Tim pelaksana berperan sebagai fasilitator teknis dan analitis, sedangkan keputusan operasional ditetapkan bersama pengurus kelompok.



Gambar 2. Alur intervensi program dari penilaian awal hingga evaluasi dan rencana perluasan adopsi.

2.2 Tahapan kegiatan

Tahap pertama adalah sosialisasi dan penilaian awal melalui diskusi kelompok terarah, pemetaan aliran permukaan, pengukuran kemiringan, identifikasi sumber biomassa, pengambilan sampel tanah komposit, pendataan biaya input dan produktivitas musim sebelumnya, serta tes pengetahuan 20 butir. Instrumen pengetahuan mencakup erosi, kontur, rorak, kompos, pupuk organik cair, pengendalian mutu, pembukuan, dan pemasaran kolektif.

Tahap kedua berupa pelatihan berbasis praktik. Materi konservasi mencakup penentuan garis kontur menggunakan A-frame atau selang waterpass, pembuatan gulud kontur, rorak berukuran sekitar 50 x 40 x 40 cm, biopori berdiameter sekitar 10 cm dan kedalaman 80-100 cm, penggunaan mulsa, serta pemeliharaan saluran. Materi biofertilizer meliputi pemilihan bahan, pengaturan kelembapan, pembalikan kompos, sanitasi alat, fermentasi pupuk organik cair, keselamatan kerja, pemberian kode batch, dan pemeriksaan mutu. Materi manajemen meliputi logbook biaya-hasil, harga pokok produksi, kalender tanam, sortasi, dan transaksi kolektif.

Tahap ketiga adalah penerapan teknologi pada demplot dengan target 210 m gulud kontur, 64 rorak, 48 biopori, penutup tanah pada area prioritas, lima batch kompos, dan empat batch pupuk organik cair. Setiap batch mencatat tanggal, komposisi bahan, bobot atau volume, hasil pemeriksaan, tindakan korektif, dan

distribusi. Aplikasi produk disesuaikan dengan kondisi tanah, komoditas, dan prosedur internal.

Tahap keempat adalah pendampingan dan evaluasi. Kunjungan rutin digunakan untuk memeriksa kerusakan struktur, sedimentasi rorak, kelembapan dan suhu kompos, pH, konduktivitas listrik, bau, warna, serta kedisiplinan pencatatan. Evaluasi akhir meliputi tes pengetahuan, audit adopsi, pengukuran ulang indikator tanah-air, produktivitas, biaya pupuk, penerimaan, margin, dan aktivitas pemasaran kolektif. Tahap kelima memperkuat keberlanjutan melalui penetapan penanggung jawab konservasi, produksi, pengendalian mutu, pembukuan, dan pemasaran; pemasangan prosedur ringkas; serta penjadwalan produksi dan pemeliharaan.

2.3 Indikator dan teknik pengukuran

Tabel 1. Indikator evaluasi dan teknik pengukuran.

Domain	Indikator	Teknik ukur	Unit/sampel
Kapasitas	Skor pengetahuan	Tes 20 butir dikonversi ke skala 0-100	20 anggota
Adopsi	Penerapan ≥2 teknik konservasi	Observasi lapangan dan daftar periksa	20 anggota
Tanah-air	Infiltrasi	Uji cincin sederhana pada titik tetap	6 titik
Tanah-air	Skor indikasi erosi	Skala 1-5: sangat ringan-sangat berat	6 titik
Kesuburan	pH, C-organik, dan KTK	Analisis sampel tanah komposit	6 titik
Biofertilizer	pH, suhu/kematangan, EC, bau, dan warna	Pemeriksaan tiap batch dan logbook	9 batch
Produksi	Hasil cabai	Penimbangan hasil dan konversi t ha^{-1}	10 lahan adopter
Ekonomi	Biaya pupuk dan margin	Logbook biaya-penerimaan	10 lahan adopter
Manajemen	Pembukuan aktif	Audit kelengkapan logbook	20 anggota
Pemasaran	Aksi kolektif	Bukti transaksi dan nota	Kelompok

Indikator evaluasi dan teknik pengukuran.

2.4 Analisis data

Data kuantitatif diringkas sebagai rerata dan simpangan baku, proporsi, serta persentase perubahan. Perbedaan sebelum-sesudah pada skor pengetahuan, indikator tanah, dan indikator ekonomi dianalisis menggunakan uji t berpasangan setelah pemeriksaan distribusi secara visual. Perubahan proporsi adopsi dianalisis secara deskriptif dan dapat dikonfirmasi dengan uji McNemar apabila identitas pasangan tersedia. Taraf signifikansi ditetapkan 5%. Karena desain tidak menggunakan kelompok kontrol dan periode pengamatan relatif pendek, hasil ditafsirkan sebagai indikasi program, bukan bukti kausal yang bebas dari pengaruh cuaca, musim, harga, dan perbedaan pengelolaan lahan.

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1 Capaian pelaksanaan dan partisipasi

Dalam pelaksanaan, seluruh 20 anggota mengikuti sosialisasi dan pelatihan inti. Dua demplot konservasi dibangun pada luas total 0,50 ha. Pekerjaan fisik menghasilkan 210 m gulud kontur, 64 rorak, dan 48 biopori. Sepuluh anggota menjadi adopter awal pada lahan seluas total 1,40 ha. Komponen pekerjaan dibagi ke dalam unit gotong royong agar beban tenaga, jadwal, dan pemeliharaan tetap realistis bagi kelompok.

Keberhasilan capaian tersebut tidak hanya ditentukan oleh kesesuaian teknologi, tetapi juga oleh kepemimpinan kelompok tani dalam mengorganisasi pekerjaan dan menjaga komitmen anggota. Ketua dan pengurus kelompok berperan mengoordinasikan pembagian lokasi kerja, jadwal pelatihan, penyediaan bahan, serta penetapan penanggung jawab konservasi, produksi biofertilizer, pengendalian mutu, pembukuan, dan

pemasaran. Pola kepemimpinan partisipatif memberi ruang bagi anggota untuk menyampaikan kendala teknis dan menyesuaikan kegiatan dengan kalender usaha tani. Kehadiran seluruh anggota pada kegiatan inti dan keterlibatan 10 anggota sebagai adopter awal menunjukkan tingkat partisipasi yang tinggi, meskipun intensitas keterlibatan antaranggota dapat berbeda menurut ketersediaan waktu, tenaga kerja keluarga, dan kondisi lahan.

Dinamika gotong royong menjadi modal sosial penting karena pembangunan gulud kontur, rorak, dan biopori membutuhkan tenaga dalam waktu relatif singkat. Pembagian pekerjaan ke dalam kelompok kecil memungkinkan anggota berbagi keterampilan, alat, dan pengalaman lapangan sekaligus menurunkan beban kerja individual. Proses belajar sejawat pada demplot juga memperkuat kepercayaan terhadap teknologi sebelum diterapkan pada lahan masing-masing. Dengan demikian, adopsi tidak hanya berlangsung sebagai keputusan individual, tetapi juga sebagai hasil dukungan sosial, keteladanan pengurus dan adopter awal, serta kesepakatan kelompok mengenai pemeliharaan dan pengendalian mutu [17]-[19].

Tabel 2. Capaian fisik dan kelembagaan

Komponen	Target	Capaian simulasi	Status
Peserta aktif	20 anggota	20 anggota	Tercapai
Demplot konservasi	1-2 unit	2 unit; 0,50 ha	Tercapai
Gulud kontur	Sesuai lokasi	210 m	Tercapai
Rorak	Titik prioritas	64 unit	Tercapai
Biopori	Titik prioritas	48 unit	Tercapai
Lahan adopter	Replikasi bertahap	10 lahan; 1,40 ha	Tercapai
Batch biofertilizer	≥1 batch/bulan	9 batch	Tercapai
SOP dan logbook	Tersedia dan digunakan	4 SOP; 5 logbook	Tercapai
Pemasaran kolektif	Minimal 1 aksi	1 transaksi; 210 kg	Tercapai

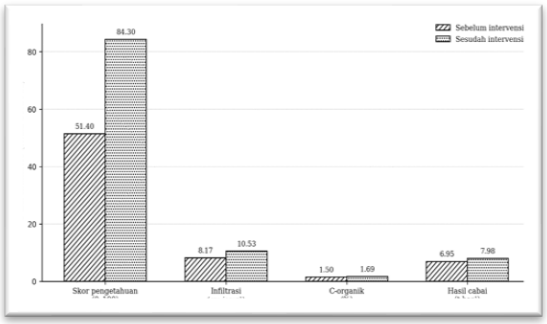
3.2 Peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan adopsi

Rerata skor pengetahuan meningkat dari 51,4 ± 6,3 pada penilaian awal menjadi 84,3 ± 4,6 pada evaluasi akhir, atau naik 64,0% ($p < 0,001$). Peningkatan mencakup kemampuan menentukan arah kontur, menjelaskan fungsi rorak, menilai kematangan kompos, membaca pH, dan mencatat biaya. Pola ini konsisten dengan pembelajaran berbasis praktik karena konsep teknis langsung dihubungkan dengan masalah lahan anggota.

Pada penilaian awal, 2 dari 20 anggota (10%) telah menerapkan sedikitnya dua teknik konservasi. Pada evaluasi akhir, proporsi meningkat menjadi 16 anggota (80%). Penggunaan biofertilizer sesuai prosedur meningkat dari 5% menjadi 75%, sedangkan pembukuan biaya-hasil meningkat dari 15% menjadi 70%. Temuan simulatif tersebut mendukung pentingnya bukti demplot, kesempatan mencoba, pendampingan sesuai tahap adopsi, dan pembelajaran sejawat [17]-[19].

Tabel 3. Perubahan kapasitas dan adopsi anggota kelompok

Indikator	Awal	Akhir	Perubahan	Uji
Skor pengetahuan (0-100)	51,4 ± 6,3	84,3 ± 4,6	+64,0%	$p < 0,001$
Adopsi ≥2 teknik konservasi	2/20 (10%)	16/20 (80%)	+70 poin	Deskriptif
Biofertilizer sesuai SOP	1/20 (5%)	15/20 (75%)	+70 poin	Deskriptif
Pembukuan biaya-hasil	3/20 (15%)	14/20 (70%)	+55 poin	Deskriptif
Mampu menghitung HPP	2/20 (10%)	13/20 (65%)	+55 poin	Deskriptif



Gambar 3. Arah perubahan beberapa indikator sebelum dan sesudah intervensi

3.3 Kinerja konservasi tanah-air dan perubahan sifat tanah

Pengamatan pada enam titik tetap menunjukkan laju infiltrasi meningkat dari 8,17 ± 0,67 menjadi 10,53 ± 1,36 cm jam^{-1}, setara peningkatan 29,0% (p = 0,001). Skor indikasi erosi menurun dari 3,50 ± 0,55 menjadi 2,00 ± 0,63, atau berkurang 42,9% (p = 0,007). Penurunan skor ditandai oleh berkurangnya alur erosi baru, tertahannya sedimen di rorak, dan lebih meratanya penutup tanah. Secara mekanistik, gulud kontur dan rorak memperpendek panjang lereng efektif, memperlambat kecepatan aliran, dan memperbesar kesempatan infiltrasi. Arah perubahan ini sejalan dengan manfaat pengolahan melintang lereng, penutup tanah, dan alur kontur yang dilaporkan pada penelitian terdahulu [4]-[7].

pH tanah meningkat dari 5,26 ± 0,11 menjadi 5,41 ± 0,09. C-organik meningkat dari 1,50 ± 0,13% menjadi 1,69 ± 0,16%, sedangkan kapasitas tukar kation meningkat dari 13,72 ± 0,97 menjadi 14,57 ± 1,03 cmol(+) kg^{-1}. Perubahan dalam satu siklus pengamatan masih kecil, tetapi arahnya konsisten dengan penambahan bahan organik dan berkurangnya kehilangan lapisan atas tanah. Kenaikan C-organik perlu ditafsirkan hati-hati karena variasi spasial, metode pengambilan sampel, kadar air, dan waktu analisis dapat memengaruhi hasil. Pengukuran berulang pada musim berikutnya diperlukan untuk menilai keberlanjutan perubahan.

Tabel 4. Perubahan indikator tanah-air pada demplot

Indikator (n = 6)	Awal	Akhir	Perubahan	p
Infiltrasi (cm jam^{-1})	8,17 ± 0,67	10,53 ± 1,36	+29,0%	0,001
Skor indikasi erosi (1-5)	3,50 ± 0,55	2,00 ± 0,63	-42,9%	0,007
pH H2O	5,26 ± 0,11	5,41 ± 0,09	+2,8%	<0,001
C-organik (%)	1,50 ± 0,13	1,69 ± 0,16	+12,5%	<0,001
KTK (cmol(+) kg^{-1})	13,72 ± 0,97	14,57 ± 1,03	+6,2%	0,003

3.4 Produksi dan pengendalian mutu biofertilizer

Unit produksi kelompok pada skenario hasil menghasilkan lima batch kompos dengan bobot total 940 kg dan empat batch pupuk organik cair dengan volume total 350 L. Seluruh batch memiliki kode dan lembar pemeriksaan. Kompos dinyatakan matang secara internal apabila suhu mendekati suhu lingkungan, berbau tanah, berwarna cokelat gelap, bahan awal sulit dikenali, memiliki pH 6,8-7,6, dan kelembapan sekitar 30-40%. Pupuk organik cair dinyatakan lulus internal apabila tidak berbau busuk menyengat, tidak menunjukkan kontaminasi visual, memiliki pH 5,5-6,8, dan konduktivitas listrik dalam rentang prosedur kelompok.

Kriteria tersebut merupakan kontrol operasional, bukan pengganti pengujian kandungan hara, viabilitas dan identitas mikroba, keamanan mikrobiologi, logam berat, atau persyaratan regulasi produk komersial. Standardisasi batch penting karena efektivitas produk organik cair dipengaruhi rasio bahan, aerasi, lama proses, dan tujuan aplikasi [8]. Produk Trichoderma juga dapat menunjukkan variasi konsentrasi, identitas, dan efektivitas, sehingga pelabelan, penyimpanan, dan penelusuran batch perlu diterapkan [12], [13].

Tabel 5. Ringkasan produksi dan pengendalian mutu internal biofertilizer.

Produk	Batch	Total	Rentang pH	Parameter lain	Status
Kompos	5	940 kg	7,0-7,5	Suhu 29-31 °C; kelembapan 34-39%; bau tanah	5/5 lulus
Pupuk organik cair	4	350 L	5,9-6,3	EC 2,1-2,5 mS cm^{-1}; tanpa bau busuk/kontaminasi	4/4 lulus



Gambar 4. Sarana produksi dan konservasi yang disiapkan untuk mendukung kegiatan kelompok.



Gambar 5. Pelaksanaan teknologi konservasi: (A) praktik pembuatan lubang resapan dan (B) pembelajaran lapangan pada lahan berlereng.



Gambar 6. Tahapan produksi biofertilizer: (A) penyiapan biomassa, (B) bahan dan bioaktivator, (C) fermentasi, (D) pengamatan suhu, (E) pengukuran pH, dan (F) produk pupuk organik cair.

3.5 Produktivitas, efisiensi biaya, dan pemasaran

Pada 10 lahan cabai adopter, produktivitas simulatif meningkat dari 6,95 ± 0,30 menjadi 7,98 ± 0,34 t ha^{-1}, atau naik 14,8% ($p < 0,001$). Biaya pupuk menurun dari Rp12,41 ± 0,35 juta ha^{-1} menjadi Rp10,68 ± 0,24 juta ha^{-1}, atau turun 13,9% ($p < 0,001$). Margin usaha meningkat dari Rp21,71 ± 0,84 juta ha^{-1} menjadi Rp27,65 ± 1,21 juta ha^{-1}, atau naik 27,4% ($p < 0,001$). Perbaikan margin dalam simulasi berasal dari pengurangan sebagian pembelian input, peningkatan hasil, dan pencatatan tenaga kerja serta transportasi yang lebih tertib.

Kelompok melakukan satu transaksi kolektif sebanyak 210 kg cabai. Produk disortasi, dibersihkan, ditimbang, dan dijual dalam satu lot dengan premium harga 3,8% dibandingkan penjualan individual pada hari yang sama. Nilai tersebut belum dapat dianggap stabil karena hanya berasal dari satu transaksi dan dipengaruhi fluktuasi harga harian. Namun, praktik kolektif memberi pengalaman mengenai agregasi volume, keseragaman mutu, pencatatan susut, dan pembagian hasil.

Tabel 6. Indikator produksi dan ekonomi

Indikator (n = 10)	Sebelum	Sesudah	Perubahan	p
Produktivitas (t ha^{-1})	6,95 ± 0,30	7,98 ± 0,34	+14,8%	<0,001
Biaya pupuk (juta Rp ha^{-1})	12,41 ± 0,35	10,68 ± 0,24	-13,9%	<0,001
Margin (juta Rp ha^{-1})	21,71 ± 0,84	27,65 ± 1,21	+27,4%	<0,001
Pemasaran kolektif	0 kg	210 kg	1 transaksi	-
Premium harga	0%	3,8%	+3,8 poin	-

Temuan ekonomi harus dibaca sebagai indikasi, bukan atribusi kausal. Pengukuran yang lebih kuat memerlukan plot pembanding, pencatatan curah hujan, dosis pupuk dan pestisida, tenaga kerja, harga aktual, serta analisis selama lebih dari satu musim. Meskipun demikian, logbook memberikan manfaat langsung karena anggota dapat mengenali komponen biaya terbesar dan menilai apakah substitusi sebagian input benar-benar meningkatkan margin.

3.6 Keberlanjutan, keterbatasan, dan peluang pengembangan

Keunggulan paket kegiatan terletak pada integrasi konservasi, pengelolaan biomassa, pengendalian mutu, pembukuan, dan pemasaran dalam satu proses belajar kelompok. Teknologi yang dipilih menggunakan alat sederhana dan bahan lokal, sehingga relatif mudah direplikasi. Kesulitan utama adalah kebutuhan tenaga untuk membangun dan merawat struktur konservasi, ketergantungan mutu biofertilizer pada kedisiplinan proses, serta variasi cuaca dan harga yang memengaruhi evaluasi ekonomi.

Potensi kendala teknis dan ekonomi perlu diantisipasi pada tahap keberlanjutan. Curah hujan ekstrem dapat meningkatkan volume dan kecepatan limpasan sehingga gulud berisiko terputus, rorak cepat penuh sedimen, dan pupuk organik cair tercuci sebelum dimanfaatkan tanaman. Sebaliknya, periode kering dapat menghambat dekomposisi kompos dan menurunkan keberhasilan aplikasi mikroba. Fluktuasi harga cabai dan komoditas lain juga dapat mengurangi insentif ekonomi petani meskipun produktivitas meningkat. Oleh sebab itu, evaluasi manfaat ekonomi perlu menggunakan pencatatan harga, biaya, dan hasil pada beberapa musim, bukan hanya berdasarkan satu transaksi atau satu periode panen.

Variasi mutu biofertilizer dapat muncul akibat perbedaan bahan baku, kadar air, aerasi, lama fermentasi, suhu, pH, kebersihan alat, dan viabilitas bioaktivator. Risiko tersebut menuntut penerapan prosedur operasi standar, kode batch, pemeriksaan mutu sederhana, penyimpanan yang tepat, serta pengujian laboratorium secara berkala [8], [12], [13]. Pemeliharaan gulud dan rorak juga memerlukan tenaga kerja tambahan, terutama sebelum dan sesudah hujan lebat; apabila tidak dijadwalkan, struktur dapat rusak dan manfaat konservasi menurun. Strategi mitigasi yang realistis mencakup inspeksi rutin berbasis kelompok, pembagian wilayah tanggung jawab, jadwal gotong royong, penyediaan dana pemeliharaan dari usaha kolektif, serta penyesuaian

waktu produksi dan aplikasi biofertilizer dengan kondisi cuaca dan kalender tanam.

Keberlanjutan memerlukan pemeliharaan sebelum dan sesudah musim hujan, pengosongan rorak yang penuh sedimen, perbaikan gulud yang terputus, pemeliharaan penutup tanah, jadwal produksi, pembagian tanggung jawab, dan audit logbook. Dalam skenario kelembagaan, kelompok menetapkan koordinator konservasi, produksi kompos, produksi pupuk organik cair, pengendalian mutu, pembukuan, dan pemasaran. Rencana pengembangan mencakup penambahan sedikitnya lima adopter pada musim berikutnya, pengujian laboratorium produk, dan penggunaan lahan adopter awal sebagai lokasi belajar sejawat.

Keterbatasan utama naskah adalah desain satu kelompok sebelum-sesudah, tidak adanya kontrol, jumlah titik tanah yang terbatas, dan penggunaan skor visual untuk indikasi erosi. Oleh sebab itu, kesimpulan kuantitatif belum dapat digeneralisasi.

4. KESIMPULAN

Paket konservasi tanah-air, biofertilizer lokal, pengendalian mutu, logbook, dan pemasaran kolektif sesuai dengan permasalahan hulu-hilir Kelompok Tani Sido Makmur. Data memperlihatkan arah peningkatan pengetahuan, adopsi teknik konservasi, infiltrasi, karbon organik tanah, produktivitas, efisiensi biaya pupuk, dan margin usaha dibandingkan kondisi awal. Kelebihan program adalah integrasi teknologi sederhana dengan demplot, pembelajaran sejawat, penelusuran batch, dan keputusan usaha tani berbasis data; kekurangannya adalah kebutuhan pemeliharaan dan konsistensi mutu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana pengabdian kepada masyarakat mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang berkontribusi dalam kegiatan PKM ini. Terima kasih kepada tim pengelola rumah pintar Punggur Cerdas yang telah mendukung terselenggaranya kegian ini dilokasi rumah baca, panitia yang telah menyusun rangkaian kegiatan dan menyukseskan program ini, serta peserta yang telah berpartisipasi dan sangat antusias mengikuti program ini. Diharapkan kegiatan dapat terlaksana secara berkelanjutan agar dapat dieksplorasi lebih dalam dan jangkauan lokasi menjadi lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. Wang et al., “Soil conservation of sloping farmland in China: History, present, and future,” Earth-Sci. Rev., vol. 249, Art. no. 104655, 2024, doi: 10.1016/j.earscirev.2023.104655.

[2] L. Pan, G. Jiang, D. Shi, J. Wu, and J. Liu, “Effects of soil erosion on the tillage-layer quality and limiting factors of sloping farmland,” Ecosyst. Health Sustain., vol. 10, Art. no. 0150, 2024, doi: 10.34133/ehs.0150.

[3] H. Fang, Y. Zhai, and C. Li, “Evaluating the impact of soil erosion on soil quality in an agricultural land, northeastern China,” Sci. Rep., vol. 14, Art. no. 15629, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-65646-5.

[4] Y. Yin et al., “How to effectively reduce sloping farmland nutrient loss and soil erosions in the Three Gorges Reservoir area,” Agric. Water Manag., vol. 304, Art. no. 109084, 2024, doi: 10.1016/j.agwat.2024.109084.

[5] P. Mondaca et al., “Contour furrowing reduces erosion and enhances soil moisture on semiarid hillslopes,” Geoderma Reg., vol. 38, Art. no. e00826, 2024, doi: 10.1016/j.geodrs.2024.e00826.

[6] I. W. S. Dharmawan et al., “Implementation of soil and water conservation in Indonesia and its impacts on biodiversity, hydrology, soil erosion and microclimate,” Appl. Sci., vol. 13, no. 13, Art. no. 7648, 2023, doi: 10.3390/app13137648.

[7] J. Li et al., “Effects of tillage practices on water storage and soil conservation in red soil slope farmland in Southern China,” Sci. Rep., vol. 14, Art. no. 28781, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-78872-8.

[8] J. Yin et al., "Compost tea: Preparation, utilization mechanisms, and agricultural applications potential—A comprehensive review," Environ. Technol. Innov., vol. 38, Art. no. 104137, 2025, doi: 10.1016/j.eti.2025.104137.

[9] P. Mondaca et al., "Effects of sustainable agricultural practices on soil microbial diversity, composition, and functions," Agric. Ecosyst. Environ., vol. 370, Art. no. 109053, 2024, doi: 10.1016/j.agee.2024.109053.

[10] G. Santoyo et al., "Trichoderma and Bacillus multifunctional allies for plant growth and health in saline soils: Recent advances and future challenges," Front. Microbiol., vol. 15, Art. no. 1423980, 2024, doi: 10.3389/fmicb.2024.1423980.

[11] X. Duan, C. Zou, Y. Jiang, X. Yu, and X. Ye, "Effects of reduced phosphate fertilizer and increased Trichoderma application on the growth, yield, and quality of pepper," Plants, vol. 12, no. 16, Art. no. 2998, 2023, doi: 10.3390/plants12162998.

[12] T. T. Win, B. Bo, S. Khan, and P. Fu, "Ecological dominance, functional roles, and biosafety of Trichoderma spp. as a biofertilizer fungus," Front. Fungal Biol., vol. 6, Art. no. 1641004, 2026, doi: 10.3389/ffunb.2025.1641004.

[13] T. Kulik et al., "In-depth comparison of commercial Trichoderma-based products: Integrative approaches to quantitative analysis, taxonomy and efficacy," Front. Microbiol., vol. 16, Art. no. 1646394, 2025, doi: 10.3389/fmicb.2025.1646394.

[14] Ansyori, H. Lamdo, and N. Anissa, "Comparative effects of Trichoderma and EM4 in aerobic-anaerobic tiered-bucket production on liquid organic fertilizer and compost quality," Agro Bali Agric. J., vol. 8, no. 3, pp. 981-996, 2025, doi: 10.37637/ab.v8i3.2540.

[15] Ansyori et al., "Comparative effects of plant and animal liquid organic fertilizers on soil fertility, nutrient uptake, and shallot yield in Ultisols," Agro Bali Agric. J., vol. 9, no. 1, pp. 197-213, 2026, doi: 10.37637/ab.v9i1.2654.

[16] V. F. Puspita Ningrum, Fajriyanto, and A. Tridawati, "Analisis perubahan penggunaan lahan terhadap tingkat bahaya erosi menggunakan metode RUSLE di DAS Way Ratai, Kabupaten Pesawaran tahun 2019 dan 2023," Datum J. Geod. Geomatics, vol. 4, no. 2, pp. 42-49, 2025, doi: 10.23960/datum.v4i2.6790.

[17] P. Mponela, J. Manda, M. Kinyua, and J. Kihara, "Participatory action research, social networks, and gender influence soil fertility management in Tanzania," Syst. Pract. Action Res., vol. 36, pp. 141-163, 2023, doi: 10.1007/s11213-022-09601-3.

[18] D. J. Read, E. Blair, and L. Wainger, "Effective engagement techniques across the agricultural conservation practice adoption process," Environ. Manage., vol. 74, pp. 1173-1189, 2024, doi: 10.1007/s00267-024-02043-8.

[19] R. Evizal, F. E. Prasmatiwi, Sarno, O. Nawansih, D. Miswar, and L. M. Septiana, "Penguatan kelompok tani berbasis produksi dan agrowisata kopi di Kecamatan Way Ratai, Kabupaten Pesawaran, Lampung," Agrokreatif J. Ilm. Pengabdi. Masy., vol. 7, no. 1, pp. 85-93, 2021, doi: 10.29244/agrokreatif.7.1.85-93.