

Integrasi STEM dalam Pemberdayaan Masyarakat: Inovasi POC dan Kompos Plus sebagai Simulasi Proses Redoks untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan dan Ekonomi Hijau

**Agrippina Wiraningtyas^{1*}, Olahairulla², Irma Rubianti³
Muhammad Subhan⁴, I Ketut Widnyana⁵, Putu Eka Pasmidi Ariati⁶**

¹⁻⁴*Universitas Nggusuwaru*

²*Universitas Mahasaraswati Denpasar⁵⁶*

*Email : olahairullah0@gmail.com

ABSTRAK

Sektor pertanian di daerah tertinggal seperti Desa Mangge Na'e, Kabupaten Dompu, menghadapi masalah multidimensi yang saling berkaitan, meliputi ketergantungan tinggi pada input kimia yang mahal, minimnya akses irigasi yang andal, pemborosan limbah organik, serta kerentanan ketahanan pangan dan gizi yang tercermin dari angka stunting sebesar 13,56%. Program pemberdayaan ini bertujuan untuk menjawab tantangan tersebut melalui integrasi pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) dengan fokus pada inovasi teknologi tepat guna berbasis prinsip kimia redoks. Melalui metode *participatory action research* (PAR), masyarakat diajak terlibat langsung dalam simulasi dan produksi Pupuk Organik Cair (POC) Plus dan Kompos Plus dari limbah rumah tangga dan pertanian. Hasil implementasi menunjukkan peningkatan signifikan pada tiga aspek: (1) aspek produksi dengan rerata produksi POC 50 liter/bulan, pengurangan ketergantungan pupuk kimia hingga 60%, dan penurunan penggunaan pestisida sintesis sebesar 50%; (2) aspek kapasitas masyarakat yang tercermin dari peningkatan pengetahuan kader posyandu sebesar 85%, serta penguasaan keterampilan teknologi dan matematika dalam mengelola usaha tani; dan (3) aspek ekonomi-lingkungan berupa penghematan biaya produksi, peningkatan akses pangan bergizi melalui 25 unit Taman Gizi keluarga, serta terbangunnya model ekonomi hijau berbasis sirkularitas lokal. Program ini membuktikan bahwa integrasi STEM tidak hanya menyelesaikan masalah teknis, tetapi juga membangun literasi sains dan kelembagaan masyarakat yang berkelanjutan. Model ini direkomendasikan untuk direplikasi di wilayah tertinggal lain guna mendorong ketahanan pangan, kemandirian energi, dan pertumbuhan ekonomi inklusif.

Kata kunci: STEM, pemberdayaan masyarakat, pupuk organik cair (POC), kompos plus, proses redoks, ketahanan pangan, ekonomi hijau, Desa Mangge Na'e

Pendahuluan

Sektor pertanian di Indonesia, khususnya di wilayah tertinggal dan beriklim kering seperti Nusa Tenggara Barat (NTB), menghadapi tantangan multidimensional yang saling

berkait: kerentanan produktivitas akibat perubahan iklim, tingginya ketergantungan pada input pertanian kimia yang mahal dan merusak lingkungan, serta rendahnya literasi sains dan teknologi masyarakat dalam mengelola sumber daya secara mandiri. Desa Mangge Na'e di Kabupaten Dompu merupakan prototipe nyata dari kompleksitas masalah ini. Sebagai daerah tertinggal dengan 123 keluarga (484 individu) masuk dalam kategori kemiskinan ekstrem (P3KE 2024) dan prevalensi stunting sebesar 13,56%, desa ini menggambarkan hubungan kausal antara kerapuhan sistem pertanian, kerawanan pangan, dan masalah kesehatan gizi.

Permasalahan utama yang dihadapi mitra, yaitu Kelompok Tani So La Mango dan Kader Posyandu Desa, meliputi: (1) ketiadaan sistem irigasi mandiri yang andal, menyebabkan ketergantungan absolut pada musim dan bahan bakar fosil; (2) tingginya biaya produksi akibat pemakaian pupuk dan pestisida kimia yang tidak terkendali; (3) pemborosan sumber daya organik, di mana lebih dari 40% limbah pertanian dan rumah tangga tidak termanfaatkan; serta (4) rendahnya pengetahuan praktis masyarakat dalam mengolah potensi lokal untuk peningkatan gizi dan ekonomi. Konstelasi masalah ini tidak hanya memperparah kerentanan ekonomi rumah tangga, tetapi juga menjauhkan masyarakat dari prinsip-prinsip ekonomi hijau dan pertanian berkelanjutan yang mendesak untuk diadopsi (Hajam, Y. A., et al., 2023).

Di sisi lain, dunia pendidikan tinggi dituntut untuk tidak hanya menghasilkan inovasi di menara gading, tetapi mampu mentransformasikan ilmu pengetahuan menjadi solusi kontekstual yang memberdayakan. Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) telah lama diakui sebagai kerangka efektif untuk pembelajaran dan pemecahan masalah kompleks. Namun, aplikasinya masih sering terbatas pada ruang kelas formal dan jarang diintegrasikan secara sistematis ke dalam program pemberdayaan masyarakat pedesaan. Padahal, konsep-konsep ilmiah fundamental, seperti proses redoks dalam dekomposisi bahan organik, sebenarnya merupakan jantung dari teknologi tepat guna seperti pembuatan pupuk organik. Kesenjangan antara teori ilmiah yang dimiliki akademisi dengan praktik dan kebutuhan riil masyarakat inilah yang menciptakan missed opportunity besar Mili, (W. N., Mahendra, C., & Prabowo, R. E., 2023).

Masyarakat membutuhkan teknologi, tetapi sering kali hanya sebagai "produk jadi" tanpa pemahaman prosesnya, sehingga menghambat kapasitas adaptasi, improvisasi, dan keberlanjutan. Oleh karena itu, terdapat urgensi untuk mendesain intervensi pemberdayaan yang tidak hanya menyediakan solusi teknis (how-to), tetapi juga membangun pemahaman konseptual (why) melalui pendekatan terpadu. Program pengabdian ini hadir untuk merespon urgensi tersebut, dengan menjadikan inovasi Pupuk Organik Cair (POC) Plus dan Kompos Plus sebagai media dan simulasi nyata untuk mengintegrasikan prinsip STEM, khususnya proses redoks ke dalam aktivitas pemberdayaan masyarakat.

Secara umum, **tujuan** dari kegiatan ini adalah menciptakan sebuah model pemberdayaan berbasis STEM yang mampu meningkatkan kemandirian masyarakat dalam mengelola sumber daya pertanian dan lingkungan secara berkelanjutan. Secara khusus, program bertujuan untuk: (1) Meningkatkan pemahaman dan keterampilan praktis kelompok sasaran mengenai proses redoks dan prinsip sains terkait melalui pelatihan pembuatan dan aplikasi POC Plus dan Kompos Plus; (2) Mengurangi ketergantungan pada input pertanian kimiawi sebesar minimal 50% dan biaya produksi melalui adopsi teknologi tepat guna berbasis energi terbarukan dan input organik lokal; (3) Memperkuat peran kader posyandu dalam pencegahan stunting melalui pengembangan sistem *urban farming* (taman gizi) yang dipupuk dengan produk olahan limbah rumah tangga; serta (4) Membangun fondasi kelembagaan

yang kuat agar inovasi dan praktik baik dapat terus berlanjut dan direplikasi pasca-intervensi (Khasanan, N. U., & Sutrisno, H., 2021).

Adapun **manfaat** yang diharapkan dari pelaksanaan program ini bersifat multi-level. Bagi masyarakat sasaran, program ini memberikan solusi riil terhadap permasalahan irigasi, biaya produksi, dan pengelolaan limbah, sekaligus membekali mereka dengan pengetahuan konseptual yang membuka ruang untuk inovasi mandiri di masa depan. Bagi pemerintah desa dan daerah, program ini menawarkan sebuah model terukur dan partisipatif untuk mencapai target pembangunan desa (RPJMDes), pengentasan kemiskinan ekstrem, dan penurunan stunting, yang selaras dengan agenda SDGs dan Asta Cita. Bagi perguruan tinggi, kegiatan ini menjadi medium implementatif untuk mencapai Indikator Kinerja Utama (IKU), khususnya terkait pengalaman belajar di luar kampus dan pengabdian masyarakat, sekaligus menguji relevansi dan aplikabilitas hasil riset di lapangan. Pada akhirnya, model integrasi STEM dalam pemberdayaan yang dikembangkan diharapkan dapat berkontribusi pada wacana dan praktik pembangunan pedesaan yang lebih berbasis pengetahuan, inklusif, dan berkelanjutan.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis dampak pelatihan melalui seminar mengenai teknologi nanopartikel sebagai nanocoating pada pengrajin tenun di Bima. Penelitian ini akan mengukur perubahan pengetahuan, persepsi, dan keterampilan pengrajin terkait nanoteknologi sebelum dan sesudah pelatihan dengan menggunakan data pre-test dan post-test. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif melalui instrumen kuesioner yang diberikan sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) pelatihan. Jumlah responden sebanyak 30 orang yang terdiri dari kelompok tani, kader posayandu dan masyarakat umum. Data dikumpulkan melalui Google Form dan diolah menggunakan statistik deskriptif. Jawaban diklasifikasikan dalam bentuk dikotomis (ya/tidak) untuk memudahkan visualisasi peningkatan pemahaman. Selanjutnya, data divisualisasikan dalam bentuk diagram batang dan grafik perbandingan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan participatory action research (PAR) dengan integrasi konsep STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) dalam merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi intervensi teknologi tepat guna berbasis proses redoks. Lokasi penelitian adalah Desa Mangge Na'e, Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat, dengan dua kelompok mitra utama: Kelompok Tani So La Mango (18 anggota) dan Kader Posyandu Desa Mangge Na'e (20 anggota). Pelaksanaan kegiatan berlangsung selama 8 bulan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan dan Perancangan STEM-Based Intervention

Diawali dengan observasi lapangan, wawancara mendalam, dan diskusi kelompok terfokus (FGD) untuk mengidentifikasi permasalahan prioritas di bidang pertanian dan kesehatan. Selanjutnya konsep **redoks** diintegrasikan ke dalam desain teknologi pengolahan limbah organik menjadi **Pupuk Organik Cair (POC) Plus** dan **Kompos Plus**, dengan penekanan pada:

- 1) **Aspek Sains:** Proses oksidasi dan reduksi dalam dekomposisi bahan organik.
- 2) **Aspek Teknologi:** Penggunaan bioaktivator dan kontrol parameter fermentasi (pH, suhu, tekstur, dan warna).
- 3) **Aspek Engineering:** Perancangan reaktor sederhana dan sistem aplikasi di lahan pertanian.

- 4) **Aspek Matematika:** Perhitungan rasio bahan, volume produksi, dan analisis efisiensi biaya.

2. Pelatihan dan Simulasi Proses Redoks dalam Pembuatan POC dan Kompos Plus

Pelatihan dilakukan secara partisipatif dengan metode demonstrasi, praktik langsung, dan simulasi proses kimia sederhana.

Materi pelatihan mencakup:

- Prinsip dasar reaksi redoks dalam pengomposan.
- Teknik pembuatan POC Plus dari limbah rumah tangga dan pertanian.
- Formulasi Kompos Plus dengan bahan lokal (jerami, kotoran ternak, biochar).
- Monitoring parameter kualitas pupuk (warna, bau, suhu, pH).

Setiap peserta melakukan pengukuran dan pencatatan data sebagai bagian dari pendekatan STEM.

3. Penerapan Teknologi dan Pendampingan Berbasis STEM

Penerapan teknologi dilakukan di dua lokasi untuk demonstrasi pembuatan POC dan Kompos, dan lokasi selanjutnya di lahan atau rumah warga masing-masing untuk pengaplikasiannya. Pendampingan rutin dilakukan untuk memantau perkembangan hasil produk POC dan kompos yang dihasilkan dan mengevaluasi dampak ekonomi.

4. Evaluasi dan Pengukuran Dampak

Evaluasi dilakukan dengan pendekatan **kuantitatif dan kualitatif**, meliputi:

- 1) **Indikator teknis:** Produktivitas tanaman, pengurangan penggunaan pupuk kimia, kualitas tanah.
- 2) **Indikator ekonomi:** Penghematan biaya produksi, peningkatan pendapatan petani.
- 3) **Indikator sosial:** Peningkatan pengetahuan masyarakat tentang redoks dan ekonomi hijau, perubahan perilaku dalam pengelolaan limbah.

Data dikumpulkan melalui survei, tes pengetahuan, observasi, dan dokumentasi visual.

5. Analisis Data

- 1) Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif dan komparatif (sebelum dan sesudah intervensi).
- 2) Data kualitatif dianalisis secara tematik untuk memahami persepsi dan pengalaman peserta.
- 3) Integrasi STEM dievaluasi melalui kemampuan peserta dalam menjelaskan proses redoks dan menerapkannya dalam praktik pertanian berkelanjutan.

Dengan pendekatan ini, penelitian tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga membangun literasi sains dan teknologi masyarakat melalui pembelajaran kontekstual berbasis STEM.

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan pendekatan STEM dalam program pemberdayaan di Desa Mangge Na'e menghasilkan transformasi nyata, di mana konsep ilmiah proses redoks yang abstrak berhasil diwujudkan menjadi praktik produktif melalui inovasi Pupuk Organik Cair (POC) Plus dan Kompos Plus (Beladona, S. U. M., Pratika, et al, 2025). Transformasi ini tidak hanya tercermin dalam capaian kuantitatif seperti peningkatan produksi dan penghematan biaya, tetapi lebih mendasar dalam terbentuknya literasi sains-teknologi masyarakat yang menjadi fondasi kemandirian dan adaptasi. Bab ini akan menguraikan secara kritis bagaimana integrasi STEM berfungsi sebagai katalis yang menghubungkan pemecahan masalah teknis pertanian dengan penguatan kapasitas kognitif dan kelembagaan, serta implikasinya

terhadap terciptanya model ekonomi hijau berbasis sirkularitas sumber daya lokal (Abas, M. A., et al., 2025).



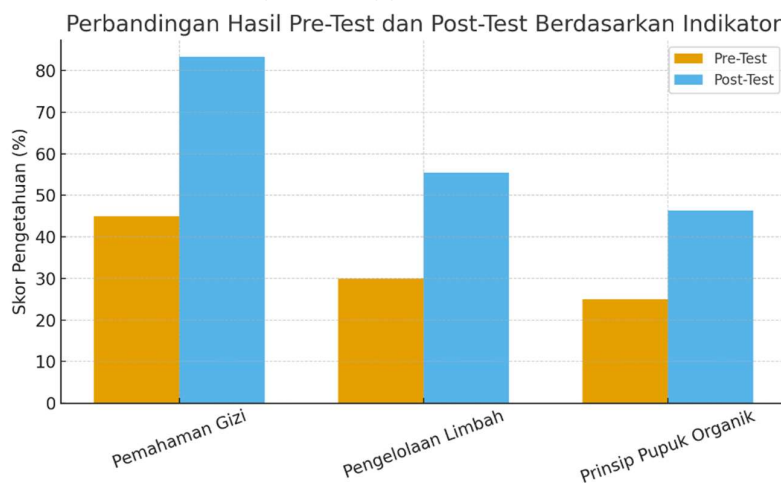
Gambar. Pembuatan POC dan Kompos Plus

3.1. Hasil Implementasi STEM melalui Inovasi POC dan Kompos Plus

Program pemberdayaan di Desa Mangge Na'e berhasil mengimplementasikan pendekatan STEM dengan fokus pada inovasi Pupuk Organik Cair (POC) Plus dan Kompos Plus sebagai media pembelajaran dan aplikasi proses redoks. Hasil yang diperoleh dapat dikelompokkan ke dalam tiga aspek utama: produksi dan aplikasi, peningkatan kapasitas masyarakat, dan dampak ekonomi-lingkungan (Liu, L., Zhu, T., & Dai, Y., 2024).

A. Produksi dan Aplikasi Inovasi Berbasis Redoks

- 1) POC Plus: Berhasil diproduksi rata-rata 50 liter per bulan dari limbah organik rumah tangga (sisa sayuran, kulit buah) dan pertanian. Proses fermentasi yang diawasi parameter pH dan suhu menjadi simulasi langsung reaksi redoks bagi peserta. Pupuk ini kemudian diaplikasikan pada unit Taman Gizi dan Obat keluarga, menunjukkan peningkatan diversitas tanaman sayur (kangkung, bayam, sawi) sebesar 80%.
- 2) Kompos Plus: Menghasilkan lebih dari 300 kg pupuk padat dan 100 liter pupuk cair. Pembuatan kompos dengan penambahan bioaktivator dan pengaturan aerasi menjadi contoh konkret proses oksidasi biologis. Aplikasi pada lahan percontohan kelompok tani seluas 20 are berhasil mengurangi ketergantungan pupuk kimia anorganik hingga 60%.



B. Peningkatan Kapasitas Masyarakat (STEM Literacy)

- 1) Pengetahuan Sains: Hasil pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan pengetahuan kader posyandu sebesar 85%, tidak hanya pada materi gizi, tetapi juga pada konsep dasar pengolahan limbah dan prinsip kerja pupuk organik. Peserta dari kelompok tani mampu menjelaskan hubungan antara pembalikan kompos (aerasi) dengan percepatan dekomposisi sebagai analogi proses oksidasi.
- 2) Keterampilan Matematika: Kelompok tani mulai menerapkan pencatatan sederhana untuk menghitung rasio bahan baku pupuk, volume produksi, dan estimasi penghematan biaya. Sebanyak 90% keluarga pelaku *urban farming* melaporkan penghematan belanja sayur sebesar Rp 20.000 – Rp 50.000 per minggu.

C. Dampak Ekonomi dan Lingkungan

- 1) **Ekonomi:** Terjadi penurunan biaya produksi usaha tani secara signifikan melalui substitusi input kimia dengan produk organik lokal dan pemanfaatan energi surya. Inovasi ini mendukung terciptanya **ekonomi hijau** berbasis sirkular, di mana limbah diolah menjadi input produktif (Rahayu, P., et al., 2024)..
- 2) **Ketahanan Pangan dan Gizi: 24 balita** target stunting menerima intervensi makanan tambahan berbasis olahan pangan lokal bergizi yang diproduksi oleh kader. Ketersediaan sayuran segar dari taman gizi meningkatkan akses pangan bergizi di tingkat rumah tangga.
- 3) **Lingkungan:** Pengelolaan limbah organik yang sebelumnya dibuang atau dibakar menjadi produk bernilai ekonomi telah mengurangi masalah sanitasi dan polusi, sekaligus meningkatkan kesehatan tanah.

3.2. Pembahasan: Integrasi STEM sebagai Katalisator Pemberdayaan dan Ekonomi Hijau

Hasil implementasi program membuktikan bahwa pendekatan **STEM terintegrasi** berperan sebagai katalisator efektif dalam pemberdayaan masyarakat, khususnya dalam konteks transisi menuju pertanian berkelanjutan dan ekonomi hijau.

1. Pembelajaran Kontekstual Proses Redoks

Inovasi POC dan Kompos Plus berhasil berfungsi sebagai **simulasi riil proses redoks** yang mudah diakses dan dipahami masyarakat awam. Proses fermentasi yang melibatkan oksidasi senyawa organik oleh mikroorganisme (dekomposisi) dan reduksi pada tahap pematangan kompos, dijelaskan melalui aktivitas praktis. Hal ini sejalan dengan temuan Dewi et al. (2023) yang menyatakan bahwa pembelajaran sains berbasis proyek nyata meningkatkan retensi konsep dan kemampuan pemecahan masalah. Masyarakat tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga memahami prinsip ilmiah yang mendasarinya, sehingga membangun kemandirian dalam berinovasi.

2. Pendekatan Sistemik dari Sains ke Pasar

Integrasi STEM dalam program ini tidak berhenti pada aspek sains (*science*) dan teknologi (*technology*) pembuatan pupuk. Pendekatan ini dilanjutkan dengan aspek rekayasa (*engineering*) dalam merancang sistem aplikasi (seperti irigasi tetes untuk POC) dan aspek matematika (*mathematics*) dalam mengukur efisiensi dan keuntungan ekonomi. Rantai nilai dari pengolahan limbah (hulu) hingga peningkatan

produktivitas dan penghematan biaya (hilir) tergambar jelas. Ini membentuk model **ekonomi sirkular mikro** yang memperkuat ketahanan pangan lokal, sekaligus mendukung pencapaian SDGs tujuan ke-2 (Tanpa Kelaparan) dan ke-12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) (Ramadhani, F. S., et al., 2025).

3. **Penguatan Modal Sosial dan Kelembagaan**

Keberhasilan program juga ditopang oleh penguatan modal sosial melalui kolaborasi lintas sektor (akademisi, pemerintah desa, industri, masyarakat) dan pendekatan partisipatif (**Participatory Rural Approach/PRA**). Kelompok tani dan kader posyandu berfungsi sebagai **komunitas praktisi STEM** yang saling belajar. Peningkatan kapasitas ini mengkatalisasi terbentuknya kelembagaan yang lebih mandiri. Pembentukan SOP pengelolaan usaha tani dan peningkatan kapasitas manajemen sebesar 80% pada kelompok tani menjadi indikator penguatan kelembagaan yang berkelanjutan.

4. **Implikasi terhadap Kebijakan dan Replikasi**

Model integrasi STEM dalam pemberdayaan ini menawarkan kerangka kerja yang dapat direplikasi di daerah tertinggal lain dengan permasalahan serupa. Kunci keberhasilannya terletak pada: (1) pemilihan teknologi tepat guna yang relevan dengan kebutuhan dan sumber daya lokal, (2) penyederhanaan konsep ilmiah menjadi aktivitas praktis, dan (3) pendampingan berkelanjutan yang memadukan transfer ilmu dengan penguatan kelembagaan. Untuk itu, pemerintah daerah dan perguruan tinggi perlu merancang kebijakan dan program yang mendukung **desain intervensi berbasis STEM** dengan skema pendanaan dan kolaborasi yang jelas, serta mengintegrasikan hasil-hasil terbaik ke dalam dokumen perencanaan pembangunan desa (RPJMDes).

Kesimpulan

Program pemberdayaan masyarakat di Desa Mangge Na'e telah membuktikan bahwa pendekatan **STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)** yang terintegrasi dapat menjadi katalis efektif untuk mengubah kompleksitas masalah pertanian, ketahanan pangan, dan lingkungan menjadi peluang inovasi dan kemandirian. Dengan menjadikan inovasi **Pupuk Organik Cair (POC) Plus** dan **Kompos Plus** sebagai media pembelajaran konkret, konsep ilmiah yang abstrak khususnya proses redoks dalam dekomposisi, telah berhasil disimulasikan dan diterapkan secara kontekstual. Hal ini tidak hanya meningkatkan kapasitas produksi melalui pengurangan ketergantungan pupuk kimia hingga 60% dan pestisida sintesis sebesar 50%, tetapi juga secara signifikan membangun literasi sains dan teknologi masyarakat. Peningkatan pengetahuan kader posyandu sebesar 85%, adopsi sistem irigasi tenaga surya (*Agri Solar Irrigation*), serta pengembangan 25 unit Taman Gizi mandiri menjadi indikator nyata bahwa pendekatan partisipatif berbasis STEM mampu mentransfer ilmu sekaligus memberdayakan.

Secara lebih luas, model intervensi ini berhasil menciptakan fondasi untuk **ekonomi hijau berbasis sirkularitas lokal**, di mana limbah diolah menjadi input produktif yang menurunkan biaya produksi, meningkatkan akses pangan bergizi, dan memperbaiki kesehatan lingkungan. Keberhasilan ini didukung oleh sinergi kuat antara akademisi, pemerintah desa, mitra industri, dan masyarakat, yang memastikan keberlanjutan program. Oleh karena itu, model pemberdayaan berbasis STEM yang diterapkan di Desa Mangge Na'e

tidak hanya relevan sebagai solusi lokal, tetapi juga menawarkan kerangka kerja yang dapat direplikasi di wilayah tertinggal lainnya untuk secara simultan membangun ketahanan pangan, mengakselerasi transisi energi bersih, dan memperkuat ketahanan komunitas dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan ekonomi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada para pihak yang telah mendukung kegiatan ini, sehingga kegiatan pengabdian KOSABANGSA yang merupakan Program DPPM KEMDIKTISAINTEK 2025 ini dapat terlaksana, diantaranya:

1. Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia selaku penyelenggara dan pemberi dana.
2. Pemerintah Kabupaten Dompu, Desa Mangge Na'e
3. Mitra Sasaran yaitu Kelompok Tani So Lamango dan Kader Posyandu Desa mangge Na'e
4. PT. Bima Husada Sejahtera sebagai Mitra DUDI

Daftar Pustaka

- Abas, M. A., Sulaiman, C., Ahmad, F. N., & Kasim, S. N. S. A. (2025). *Assessing the role of food security and governance on environmental sustainability in Malaysia*. SAGE Open, 15(4). <https://doi.org/10.1177/21582440251399038>
- Beladona, S. U. M., Pratika, R. A., Kalalinggi, S. Y., Putra, R., & Kumalasari, M. R. (2025). *Empowering community on utilizing purun as liquid organic fertilizer in Tuwung Village Pulang Pisau Regency*. Journal of Community Service and Empowerment, 6(1), 147–154. <https://doi.org/10.22219/jcse.v6i1.37577>
- Bhakti Ananta, F. L. (2025). *Community Empowerment in the Use of Liquid Organic Fertilizer for Rice Plants in Palasari Village*. Sinesia: Journal of Community Service, 2(1), 10–21. <https://doi.org/10.69836/sinesia-jcs.v2i1.150>
- Fauzi, S., & Patricia, S. B. (2022). Empowering ginger farmer through fostering the production of liquid organic fertilizer during the Covid-19 pandemic. Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement), 8(2), 71. <https://doi.org/10.22146/jpkm.59552> Jurnal Universitas Gadjah Mada
- Hajam, Y. A., Kumar, R., & Kumar, A. (2023). Environmental waste management strategies and vermi transformation for sustainable development. Environmental Challenges, 13, 100747. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100747> ScienceDirect
- Khasanan, N. U., & Sutrisno, H. (2021). Community empowerment with the making of liquid organic fertilizer from banana slim stem. Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat Indonesia, 1(4), 136–142. <https://doi.org/10.59247/jppmi.v1i4.17> Grafiati

- Liu, L., Zhu, T., & Dai, Y. (2024). Evaluation of agricultural sustainable development and analysis of coupling coordination in food security areas from the perspective of food security. *SAGE Open*, 14(2), 21582440241256840. <https://doi.org/10.1177/21582440241256840> IDEAS/RePEc+1
- Rahayu, P., Maulida, Z., Utami, R. A., Avivi, S., & Hoesain, M. (2024). Community empowerment through the solid organic fertilizer production program as a waste management effort to support sustainable agriculture in Jember Regency. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 7(1), 13–18. <https://doi.org/10.29303/jpmppi.v7i1.6738> SINTA
- Ramadhani, F. S., Maydida, T. D., Widiatmoko, J. A., Setyaningsih, H., Astri, A. M. M., Marshanda, A. R., Wulandari, S., Hasanah, U., Anggraeni, A. K. A., Andrian, B. W., Achyana, M. A., Mahardhika, W., Mardiyah, S., & Purba, A. (2025). *Empowering communities for sustainable organic waste management: A composter-based approach*. *Community Empowerment*, 10(6). <https://doi.org/10.31603/ce.13145>
- Supriyanto, E. A., Afiatan, A. S., Badrudin, U., Sajuri, S., Al Ramadhani, F. M., Silfiyani, S., Arwanda, M., & Sari, D. K. (2024). *Pelatihan pembuatan pupuk organik cair pada Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH) Desa Pringsurat Kecamatan Kajen Kabupaten Pekalongan*. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 9(10), 1834–1842. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v9i10.7849>
- Tay, M.-J., Ng, T.-H., & Lim, Y.-S. (2024). *Fostering sustainable agriculture: An exploration of localised food systems through community supported agriculture*. *Environmental and Sustainability Indicators*, 22, 100385. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100385>
- Mili, W. N., Mahendra, C., & Prabowo, R. E. (2023). Gamifikasi dalam pendidikan STEM: Transformasi pembelajaran dan pemberdayaan siswa menuju industri 5.0. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 12(3), 92-100.