



PENERAPAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA UNTUK PENINGKATAN KUALITAS HASIL PERKEBUNAN KAKAO KELOMPOK TANI MURPUJUNG LOMBOK UTARA

Apriani¹, Sirojul Hadi², Lalu Danu Prima Arzani³, Widani Darma Asasih⁴

¹Ilmu Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Bumigora, Indonesia

²Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Indonesia

³Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Indonesia

⁴Program Studi Gizi, Fakultas Kesehatan, Universitas Bumigora, Indonesia

apriani@universitasbumigora.ac.id

Abstract

*Cocoa plantations face a number of complex and interrelated challenges. Several critical problems threatening the sustainability of cocoa farming include declining productivity due to pest infestations, inefficiencies in the management of cocoa pod husk waste, weak adoption of agronomic practices such as pruning and sanitation, and the occurrence of land degradation caused by decreasing soil organic matter content. The activities conducted included training on the production of liquid organic fertilizer from Gamal (*Gliricidia sepium*) leaves, instruction on proper pruning and plantation sanitation techniques, processing cocoa pod husk waste into compost, and the creation of IoT-based biopori (absorption holes). The implementation results demonstrated a significant increase in farmers' knowledge and skills, particularly in the aspects of plantation sanitation and the techniques for making organic fertilizers and pesticides from Gamal leaves. Program evaluation revealed a marked improvement in understanding: the category for 'basic knowledge' increased from 16.80 percent to 44.00 percent, and the 'comprehensive knowledge' category rose from 0.07 percent to 36.41 percent. Conversely, the 'no knowledge' category decreased from 48.40 percent to 12.33 percent. The implication of this community service project is that the empowerment program was effective in enhancing farmers' comprehension and encouraging the adoption of sustainable agricultural practices.*

Keywords: Appropriate technology; Cocoa plantation; Farmers group; Biopore

Abstrak

Perkebunan kakao menghadapi sejumlah tantangan kompleks yang saling berkaitan. Beberapa permasalahan krusial yang mengancam keberlanjutan usaha tani kakao meliputi penurunan produktivitas akibat serangan hama, inefisiensi pengelolaan limbah kulit kakao, lemahnya penerapan praktik agronomi seperti pemangkasan dan sanitasi, serta terjadinya degradasi lahan yang disebabkan oleh menurunnya kandungan bahan organik tanah. Kegiatan yang dilakukan meliputi pelatihan pembuatan pupuk organik cair berbahan daun gamal, pelatihan pemangkasan dan sanitasi kebun, pengolahan limbah kulit kakao menjadi kompos, serta pembuatan biopori berbasis IoT. Hasil pelaksanaan menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam pengetahuan dan keterampilan petani, terutama pada aspek sanitasi kebun serta teknik pembuatan pupuk dan pestisida organik berbahan daun gamal. Evaluasi kegiatan memperlihatkan peningkatan kategori pemahaman tahu dari 16,80 persen menjadi 44,00 persen, dan sangat tahu dari 0,07 persen menjadi 36,41 persen, sementara kategori tidak tahu menurun dari 48,40 persen menjadi 12,33 persen. Implikasi pengabdian ini yaitu program pemberdayaan tersebut efektif dalam meningkatkan pemahaman petani serta mendorong penerapan praktik pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: Teknologi tepat guna; Perkebunan kakao; Kelompok tani; Biopori;

1. PENDAHULUAN

Mitra dari program pemberdayaan masyarakat ini adalah kelompok tani Murpujung Dusun Leong Barat Desa Tegal Maja, Kabupaten Lombok Utara. Kelompok Tani Murpujung memiliki jumlah anggota sebanyak 21 orang dan memiliki luas lahan perkebunan seluas 56 ha. Kelompok Tani Marpujung berdiri sejak tahun 2007 dan disahkan melalui akta pendirian kelompok tani oleh notaris tanggal 2 Mei 2007 dengan ketua kelompok tani Abdul Rasyid. Beberapa komoditas perkebunan yang ditanam oleh kelompok tani Murpujung adalah kakao, kopi, kelapa, pisang, cengkeh, vanili, rambutan, jambu mente, manggis. Untuk luas lahan kakao sendiri mencapai 30 ha. Dari lahan kakao yang mencapai 30 ha hampir 10 ha mengalami produktivitas yang menurun. Hal ini tentunya berasal dari limbah kulit kakao yang dibiarkan oleh petani di kebunnya bahkan dibiarkan hingga membusuk. Hal ini disebabkan karena rendahnya kesadaran masyarakat untuk menjaga lingkungan, dari pencemaran limbah kakao dan rendahnya pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengolah limbah kakao menjadi kompos [1].

Para petani yang ada di kelompok tani Murpujung tidak sadar bahwa kakao yang dibiarkan membusuk di kebun akan menyebabkan serangan hama yang bisa terjadi pada buah kakao yang masih muda maupun yang sudah tua [2], [3]. Serangan hama pada buah kakao yang masih muda dapat menyebabkan kulit buah menjadi retak dan pertumbuhan buah menjadi abnormal, sehingga perkembangan biji dapat terhambat [4]–[6]. Sementara serangan hama penghisap buah kakao yang lebih tua dapat menyebabkan kulit buahnya penuh dengan bintik-bintik hitam [7], [8]. Kondisi eksisting kebun kakao petani disajikan pada Gambar 1



Gambar 1. Kondisi Limbah Kakao yang dibiarkan membusuk di kebun petani

Selain itu, ketersediaan bahan organik tanah semakin menurun karena semakin tingginya pengelolaan, erosi maupun terbatasnya input bahan organik di lahan kakao para petani. Bahan organik memiliki peran yang penting untuk mendukung aktivitas fisik, kimia maupun biologi tanah [9], [10]. Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, teridentifikasi adanya kesenjangan pengabdian yang signifikan antara kondisi ideal dan realita di lapangan. Kondisi ideal menuntut praktik pertanian kakao yang berkelanjutan, yang ditandai dengan efisiensi pengelolaan limbah, konservasi tanah, dan adopsi teknologi tepat guna. Namun, realita yang dihadapi oleh Kelompok Tani Murpujung justru menunjukkan sebaliknya, yaitu akumulasi limbah kulit kakao yang tidak termanfaatkan, degradasi kesehatan tanah akibat menipisnya kandungan bahan organik, serta rendahnya adopsi teknik konservasi tanah dan air seperti biopori. Lebih jauh, meskipun teknologi biopori berbasis Internet of Things (IoT) telah diidentifikasi sebagai solusi potensial, terdapat jurang pemahaman dan penerapan yang dalam [10],

[11]. Kelompok tani sama sekali belum memiliki pengalaman, pengetahuan, maupun keterampilan untuk mengimplementasikan teknologi tersebut. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang untuk menjembatani kesenjangan kritis ini dengan melakukan intervensi berupa transfer ilmu dan teknologi, yang difokuskan pada pelatihan pembuatan kompos dari limbah kulit kakao, pelatihan teknik pemangkasan dan sanitasi kebun, serta pendampingan dalam menerapkan biopori berbasis IoT. Dampak yang diharapkan adalah terciptanya perubahan paradigma petani dari pola konvensional yang pasif menuju pertanian modern yang berkelanjutan, serta terwujudnya peningkatan produktivitas lahan melalui perbaikan kesehatan tanah secara menyeluruh.

2. METODE

2.1. Prosedur Pengabdian Kepada Masyarakat

Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan pengabdian adalah :

1. Sosialisasi

Sosialisasi bertujuan untuk memberikan edukasi dan informasi terhadap kelompok tani Murpujung terkait kegiatan program. Kegiatan sosialisasi diikuti oleh semua anggota kelomok Tani Murpujung yang beranaggotakan 21 orang yang nantinya akan dilakukan kepada kelompok tani Murpujung dengan narasumber dari tim pengusul dan tenaga ahli. Sosialisasi yang dilakukan terkait penanggulangan hama kakao melalui pembuatan pupuk organik cair, manfaat sanitasi kebun, pemanfaatan limbah kulit kakao sebagai kompos dan sosialisasi pembuatan biopori berbasis iot.

2. Pelatihan

Kegiatan pelatihan bertujuan untuk untuk melatihan anggota kelomok tani terhadap kegiatan pembuatan pupuk organik cair [12], pelatihan pembuatan pupuk kompos dari kulit kakao [13], pelatihan sanitasi kebun dan pelatihan pembuatan biopori berbasis iot

3. Penerapan Teknologi

Kelompok tani dapat menggunakan teknologi tepat guna terutama dalam membuat pupuk organik cair, membuat pupuk kompos dari kulit kakao, melakukan sanitasi kebun dan membuat biopori berbasis iot [14], [15].

4. Pendampingan dan Evaluasi

Kegiatan pendampingan bertujuan untuk mendampingi kelompok tani dalam pelaksaaan di setiap kegiatan pengabdian. Pendampingan yang dilakukan kepada mitra adalah pendampingan pembuatan POC, pendampingan pembuatan kompos dari limbah kulit kakao , pendampingan untuk sanitasi kebun kakao dan pendampingan untuk pembuatan biopori berbasis iot . Evaluasi bertujuan untuk mengukur tingkat kemajuan keberdayaan mitra sehingga dapat diperoleh rencana tindak lanjut dari pelaksanaan kegiatan pengabdian. Evaluasi akan dilakukan metode kuisioner, pre-test dan post-test serta pengukuran tingkat keterampilan mitra. Tim pengusul bersama mitra akan melakukan evaluasi terhadap mitra yang hasilnya akan dijadikan pedoman dalam perencanaan kegiatan selanjutnya. Indikator evaluasi meliputi tingkat pemahaman kelompok tani dan tingkat partisipasi kelompok tani selama kegiatan berlangsung,

5. Keberlanjutan Program

Keberlanjutan Program adalah kunci keberhasilan program dalam rangka meningkatkan dan menguatkan kemandirian mitra. Hal ini bisa dilakukan dengan dengan adanya tindak lanjut dari hasil evaluasi yang dilakukan serta kritik dan saran yang bisa dijadikan sebagai acuan untuk keberlanjutan program.

2.2. Aspek Etis Pengabdian Kepada Masyarakat

1) Prinsip Menghormati Martabat Manusia dan Otonomi

- Persetujuan Tanpa Paksaan yaitu keikutsertaan seluruh 21 anggota kelompok tani dalam sosialisasi dan pelatihan menunjukkan bahwa kegiatan ini didasarkan pada kesediaan mereka.

Prinsip ini akan semakin kuat jika secara eksplisit dinyatakan bahwa *Informed Consent* telah diperoleh sebelum kegiatan dimulai. Dalam konteks pengabdian, hal ini berarti tim telah menjelaskan tujuan, manfaat, prosedur, potensi risiko (misalnya, risiko kegagalan dalam percobaan), dan hak mereka untuk mengundurkan diri kapan saja tanpa sanksi.

- b. Penghargaan terhadap Otonomi dan Budaya Lokal yaitu metode pendampingan yang partisipatif menunjukkan penghormatan terhadap pengetahuan lokal petani. Tim pengabdi tidak memaksakan teknologi secara sepahak, tetapi mendampingi dan memberdayakan mereka untuk mengambil keputusan berdasarkan pengetahuan baru yang diperoleh.
- 2) Prinsip Berbuat Baik dan Tidak Merugikan
 - a. Maksimalisasi Manfaat yaitu seluruh rangkaian metode, mulai dari sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, hingga pendampingan, dirancang secara jelas untuk memberikan manfaat langsung yang memecahkan masalah nyata yang dihadapi mitra, yaitu meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha tani.
 - b. Minimalisasi Risiko yaitu Kegiatan yang dilakukan, seperti pembuatan pupuk organik dan biopori, merupakan aktivitas berisiko rendah. Aspek etis ini terpenuhi dengan memastikan keselamatan selama pelatihan (misalnya, penggunaan alat pelindung diri saat menangani bahan organik yang membusuk) dan memastikan bahwa teknologi yang diperkenalkan (seperti IoT) tidak menimbulkan beban finansial atau teknis yang berlebihan di kemudian hari.
- 3) Prinsip Keadilan
 - a. Keterjangkauan dan Kesetaraan yaitu pemilihan mitra didasarkan pada identifikasi kebutuhan yang spesifik. Program ini ditujukan untuk memberdayakan sebuah kelompok masyarakat yang secara nyata membutuhkan intervensi teknologi dan pengetahuan. Prinsip keadilan terlihat dari upaya untuk memberikan akses terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi tepat guna kepada kelompok yang selama ini mungkin belum terjangkau.
 - b. Distribusi Manfaat yang Adil yaitu seluruh anggota kelompok yang berpartisipasi memiliki kesempatan yang sama untuk memperoleh pengetahuan, pelatihan, dan pendampingan, sehingga manfaat program dapat dirasakan secara kolektif oleh kelompok tani.
- 4) Prinsip Kerahasiaan
 - a. Meskipun tidak disebutkan secara eksplisit, prinsip ini biasanya diterapkan dalam pengelolaan data evaluasi. Data individu yang diperoleh dari kuesioner, pre-test, dan post-test (misalnya, tingkat pemahaman masing-masing petani) harus dijaga kerahasiaannya dan hanya disajikan dalam bentuk agregat (gabungan) dalam laporan. Nama dan identitas individu partisipan tidak boleh disebarluaskan tanpa izin.
- 5) Prinsip Akuntabilitas dan Integritas Ilmiah
 - a. Transparansi yaitu metode evaluasi yang menggunakan pre-test dan post-test serta kuesioner menunjukkan komitmen untuk mengukur dampak program secara objektif dan transparan. Data yang dilaporkan harus jujur dan akurat, tanpa manipulasi.
 - b. Keberlanjutan yang Bertanggung Jawab yaitu rencana keberlanjutan program menunjukkan tanggung jawab tim pengabdi untuk tidak hanya "menerbangkan" program dan pergi, tetapi juga memastikan bahwa intervensi yang dilakukan dapat diteruskan oleh mitra secara mandiri, sehingga menciptakan dampak yang berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pelaksanaan kegiatan dari program pengabdian masyarakat adalah:

1. Sosialisasi

Pelaksanaan sosialisasi dan kunjungan ke kelompok tani Murpujung pada hari Senin tanggal 15 Juli 2024. Hasil dari sosialisasi adalah jadwal pelaksanaan pelatihan untuk penggunaan pupuk POC dilaksanakan hari sabtu tanggal 20 Juli 2024.



Gambar 2. Kunjungan dan Sosialisasi ke Kelompok tani

2. Pelatihan

Pelaksanaan pelatihan dibagi menjadi beberapa pelaksanaan pelatihan :

- Pelatihan pertama tanggal 20 Juli 2024 pelatihan pembuatan pupuk POC dari daun gamal. Dari hasil pelatihan dengan jumlah yang hadir 20 orang terdapat 18 orang petani yang mampu membuat pupuk organik cair dari daun gamal.



Gambar 3. Pelatihan Pembuatan POC dari daun Gamal

- Pelatihan kedua tanggal 10 Agustus 2024 yaitu pelatihan pemangkasan dan sanitasi kebun
- Pelatihan ketiga tanggal 24 Agustus 2024 tentang pembuatan pupuk kompos dari limbah kulit kakao



Gambar 5. Pelatihan pupuk kompos dari limbah kulit kakao

- Pelatihan keempat tanggal 7 September 2024 tentang pembuatan biopori berbasis IoT



Gambar 6. Pelatihan pembuatan biopori berbasis iot

3. Penerapan Teknologi

- Teknologi pembuatan pupuk organik cair (POC), Penggunaan teknologi ini terdiri dari pembuatan POC berbahan daun gamal dan tembakau untuk memberantas hama ulat. Berikutnya POC dapat dibuat dari daun gamal, gula merah dan air beras [10].



Gambar 7. Teknologi pembuatan pupuk POC

- Teknologi pembuatan pupuk kompos dari limbah kulit kakao, Pembuatan kompos menggunakan limbah kulit kakao hampir sama dengan cara pengomposan menggunakan bahan lain. Hal yang dialakukan pertama kali adalah menjemur kulit kakao dengan tujuan untuk mengurangi kadar air yang tersimpan dalam kulit kakao, kemudian memperkecil ukuran bahan baku dengan menggunakan parang atau mesin pencacah sehingga proses dekomposisi bisa lebih cepat. Selanjutkan menyiapkan air dan aktivator pengomposan menggunakan EM-4. Selanjutkan campuran air dan EM-4 disiramkan ke dalam limbah kulit kakao yang sudah dikeringkan dan dicacah. Kemudian ditutup dengan plastik tebal atau terpal dan dibiarkan 15-20 hari.



Gambar 8. Teknologi pembuatan pupuk kompos

- Teknologi pemangkasan dan sanitasi kebun, Teknologi pemangkasan dan sanitasi kebun

merupakan salah satu cara untuk mengendalikan hama agar produktivitas tanaman kakao lebih maksimal



Gambar 9. Teknologi pemangkasan dan sanitasi kebun

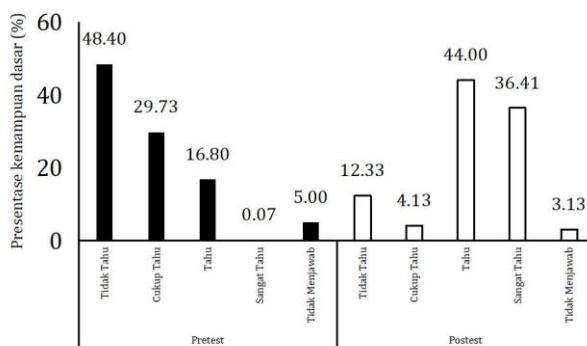
- d. Teknologi pembuatan biopori berbasis *IoT*, Penerapan lubang biopori pada lahan kakao merupakan salah satu konservasi tanah dan air. Lubang biopori di lahan kakao menggunakan limbah kulit kakao sebagai bahan organik. Lubang biopori membantu meningkatkan penyerapan air tanah dan memperbaiki ekosistem tanah. Komponen yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32, box, kabel, sensor ph tanah dan biopori. Jumlah biopori yang dibuat sejumlah 6 buah dan langsung di tanam di lahan kakao warga.



Gambar 10. Hasil pengukuran pH tanah

4. Pendampingan dan Evaluasi

Kegiatan pendampingan bertujuan untuk mendampingi kelompok tani dalam pelaksaaan di setiapkegiatan pengabdian. Pendampingan yang dilakukan kepada mitra adalah pendampingan pembuatan POC, pendampingan pembuatan kompos dari limbah kulit kakao, pendampingan untuk sanitasi kebun kakao dan pendampingan untuk pembuatan biopori berbasis IoT. Evaluasi kegiatan dilakukan dengan metode pretest dan posttest. Pertanyaan pada tahapan evaluasi ini mengenai sanitasi kebun, pembuatan pupuk dan pestisida dengan daun gamal dan pengetahuan anggota terhadap praktik yang dilakukan selama ini. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pemahaman pada level “tahu” dan “sangat tahu” yaitu masing- masing dari 16.80 % dan 0.07% menjadi 44.00% dan 36.41% dan penurunan pada level tidak tahu yaitu dari 48.40% menjadi 12.33%. Tingkat partisipasi mitra juga 100% sesuai dengan kesepakatan pada tahap persiapan yang telah direncanakan. Hasilevaluasi kegiatan disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil Pretest dan Posttest

5. Keberlanjutan Program

Keberlanjutan program adalah kunci keberhasilan program dalam meningkatkan dan menguatkan kemandirian mitra. Keberlanjutan program adalah tindak lanjut dari hasil evaluasi yang dilakukan, kritik dan saran yang bisa dijadikan sebagai acuan dalam keberlanjutan

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat di kelompok tani Murpujung memberikan peningkatan pemahaman kepada petani terkait penggunaan Pupuk Organik Cair (POC) berbahan daun gamal, pengolahan limbah kulit kakao, pembuatan pupuk kompos dari kulit kakao, pemangkasan dan sanitasi kebun, pembuatan biopori berbasis IoT, pembuatan biopori berbasis iot. Selain itu, para peserta juga mampu mempraktikan dan mengaplikasikan hasil pelatihan yang diberikan. Berdasarkan hasil evaluasi terdapat peningkatan pengetahuan para peserta pada level “tahu” dan “sangat tahu” masing-masing mencapai 44% dan 36.41%.

Saran dari kegiatan pengabdian masyarakat di kelompok tani Murpujung adalah dilakukannya pelatihan berkelanjutan untuk memastikan bahwa keterampilan yang diajarkan terus diperbarui seiring perkembangan teknologi dan kebutuhan pasar. Pelatihan lanjutan dapat fokus pada inovasi baru, metode pengolahan yang lebih efektif, atau strategi bisnis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jendral Riset, Teknologi dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) yang telah membiayai program ini melalui skema Hibah Pengabdian Kepada Masyarakat melalui skema Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat tahun anggaran 2024.

PENGGUNAAN TEKNOLOGI BERBASIS KECERDASAN BUATAN (AI)

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada penggunaan alat kecerdasan buatan (AI) yang digunakan dalam penulisan atau pengeditan manuskrip, dan tidak ada gambar yang dimanipulasi menggunakan AI.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. T. M. Astuti, G. Noviana, F. Ardiani, A. W. Krisdiarto, and S. M. Rohmiyati, “Pendampingan Pembuatan Vermikompos Dengan Bahan Limbah Kulit Buah Kakao,” *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, vol. 6, no. 1, p. 165, 2022, doi: 10.31764/jmm.v6i1.6158.
- [2] G. P. G. Putra, L. P. Wrasiati, F. T. Pertanian, U. Udayana, and K. Bukit, “Karakteristik Ekstrak Kulit Biji Kakao (*Theobroma cacao L.*) sebagai Sumber Antioksidan pada Perlakuan Suhu dan Waktu Merasasi,” *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, vol. 9, no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [3] A. Prastika and S. Sultan Ali Muzakhar, “Analysis of Utilization of Biomass Waste as a Base for Renewable Energy Development in Jember Regency,” *Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 2541–3562, 2023, doi: 10.32528/jp.v8i1.472.
- [4] F. Ardiani, D. Nurjanah, and G. Noviana, “Identification and Technical Control of Pests on Cocoa Plants in Gunungkidul Regency,” *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, vol. 25, no. 1, pp. 47–54, 2023, [Online]. Available: <https://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/AGRITECH/index>.
- [5] V. C. Lea, H. Triwidodo, and S. Supramana, “Hama Dan Penyakit Penting Tanaman Kakao Di Kabupaten Nagekeo, Provinsi Ntt,” *Jurnal Agrotek Tropika*, vol. 10, no. 4, p. 509, 2022, doi: 10.23960/jat.v10i4.5860.
- [6] W. Rumahlewang, H. R.D. Amanupunyo, and B. S. Tomia, “Kerusakan Buah Kakao Akibat Penyakit Busuk Buah (*Phytophthora palmivora* Butlher),” *COMSERVA : Jurnal Penelitian dan*

Pengabdian Masyarakat, vol. 2, no. 7, pp. 956–962, 2022, doi: 10.59141/comserva.v2i7.427.

- [7] E. Manurung, H. Marwan, and S. Mulyati, “Keparahan Beberapa Penyakit Pada Buah Kakao di Perkebunan Rakyat Kecamatan Kumpeh Kabupaten Muaro Jambi,” *Jurnal Agroecotenia*, vol. 5, no. 1, pp. 63–74, 2022.
- [8] N. F. Sagitarini and N. M. A. R. Dewi, “Pemanfaatan sampah sebagai bahan pembuatan pupuk kompos organik untuk menjaga kelestarian tumbuh-tumbuhan di Desa Nyiur Tebel,” *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, vol. 6, no. 2, pp. 225–230, 2023.
- [9] N. D. Panda, U. P. Jawang, and L. D. Lewu, “Pengaruh Bahan Organik Terhadap Daya Ikat Air Pada Tanah Ultisol Lahan Kering,” *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 8, no. 2, pp. 327–332, 2021, doi: 10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.3.
- [10] A. Amrizal, I. Fauzi, F. Fadli, and S. Samiran, “PMDB Masyarakat Tanggap Sampah Melalui Teknologi Biopori,” *Jurnal Abdimas BSI*, vol. 4, no. 1, pp. 2–8, 2021.
- [11] Z. Arifin, D. D. D. P. Tjahjana, R. A. Rachmanto, S. Suyitno, S. D. Prasetyo, and S. Hadi, “Penerapan Teknologi Biopori Untuk Meningkatkan Ketersedian Air Tanah Serta Mengurangi Sampah Organik Di Desa Puron Sukoharjo,” *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat)*, vol. 9, no. 2, p. 53, 2020, doi: 10.20961/semar.v9i2.43408.
- [12] R. Rahmadina, “Pembuatan dan Upaya Peningkatan Kualitas Pupuk Organik Cair,” *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, vol. 3, no. 1, p. 20, 2019, doi: 10.30821/kfl:jibt.v3i1.8248.
- [13] Sutriani Kaliu, Erfina Erfina, and Irma Indriana, “Pengaruh Pupuk Kompos Limbah Kulit Kakao terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir.*),” *Populer: Jurnal Penelitian Mahasiswa*, vol. 4, no. 1, pp. 196–214, 2025, doi: 10.58192/populer.v4i1.2993.
- [14] M. W. P. Putra, A. A. I. I. Paramitha, and I. G. A. P. D. Putri, “Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Biopori Berbasis Web Menggunakan Metodologi RAD untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Sampah Organik,” *Jurnal Algoritma*, vol. 22, no. 1, pp. 267–277, 2025, doi: 10.33364/algoritma.v.22-1.2282.
- [15] M. A. Trikoriyanto, S. Catur, Y. Ramadhani, and D. Dayati, “Program Pengabdian Masyarakat Inovasi Biopori Berbasis Teknologi Tepat Guna untuk Peningkatan Kualitas Air dan Sanitasi di Kalangbangi Lor A Rekonstruksi Pendidikan di Indonesia,” *Rekonstruksi Pendidikan di Indonesia*, vol. 8, no. 1, pp. 369–376, 2025, [Online]. Available: <https://prosiding.umy.ac.id/semnasppm/index.php/psppm/article/view/1304>.