



PENERAPAN TEKNOLOGI CLIMATE SMART AGRICULTURE GUNA PENINGKATAN KAPASITAS DALAM MENDUKUNG RENCANA AKSI MITIGASI IKLIM DI BIDANG PERTANIAN

Implementation of Climate Smart Agriculture Technology to Increase Capacity in Supporting Climate Mitigation Action Plans in the Agricultural Sector

Wawan Pembengo*, Yunnita Rahim

Jurusan Agroteknologi Universitas Negeri Gorontalo

Jl. Prof. Dr. Ing B.J. Habibie, Moutong, Tilongkabila, Propinsi Gorontalo Kode Pos 96554

*Alamat Korespondensi : wawan.pembengo@ung.ac.id

(Tanggal Submission: 25 September 2025, Tanggal Accepted : 28 November 2025)



Kata Kunci :

Climate Smart Agriculture, Mitigasi Iklim, Pertanian,

Abstrak :

Sektor pertanian penyumbang emisi gas rumah kaca (GRK) peringkat ke 3 dari 5 sektor penyumbang emisi. Tahun 2022 Indonesia meningkatkan target komitmen melalui dokumen Enhanced NDC Indonesia 2022 dengan penurunan emisi menjadi 31,89% target unconditional (mandiri) dan 43,20% target conditional (bantuan internasional). Tanpa tindakan mitigasi iklim yang signifikan di sektor pertanian tujuan Perjanjian Paris mengenai perubahan iklim tidak dapat tercapai. Pelaksanaan kegiatan pengabdian KKN Tematik Tahap 2 ini dilakukan di desa Boidu Kecamatan Bulango Utara Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo selama 45 hari dengan menggunakan metode pelatihan dan pendampingan penerapan ilmu dan teknologi. Kegiatan ini juga merupakan kaji tindak (action research) dalam rangka sosialisasi teknologi climate smart agriculture (CSA) meliputi sistem wanatani/agroforestri, teknik panen air (biopori dan rorak), dekarbonisasi jerami dan sekam padi. Kegiatan pengabdian masyarakat ini berhasil mendemonstrasikan implementasi praktis Climate Smart Agriculture (CSA) sebagai strategi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di sektor pertanian. Tiga teknologi utama yang diterapkan berupa kegiatan wanatani/agroforestri, panen air (biopori dan rorak), dan dekarbonisasi jerami/sekam padi telah terbukti menciptakan dampak sinergis. Wanatani meningkatkan kompleksitas ekosistem dan cadangan karbon, teknik panen air mengoptimalkan siklus hidrologi dan mengurangi erosi, sementara dekarbonisasi sekam dan jerami mengonversi limbah pertanian menjadi biochar yang berfungsi sebagai penyimpan karbon jangka panjang dan memperbaiki kesuburan tanah.



Key word :

*Climate Smart
Agriculture,
Climate
Mitigation,
Agriculture,*

Abstract :

The agricultural sector is the third-largest contributor to greenhouse gas (GHG) emissions among the five major emitting sectors. In 2022, Indonesia strengthened its national commitment through the Enhanced NDC 2022, targeting a 31.89% reduction in emissions under the unconditional scenario and 43.20% under the conditional scenario with international support. Without significant climate-mitigation actions in agriculture, the goals of the Paris Agreement cannot be achieved. This community service program (Thematic Community Service Program – Phase 2) was conducted in Boidu Village, North Bulango District, Bone Bolango Regency, Gorontalo Province, for 45 days using training and mentoring approaches to support the application of scientific and technological innovations. The activities also served as action research to promote Climate Smart Agriculture (CSA) technologies, including agroforestry systems, water-harvesting techniques (biopores and rorak pits), and the decarbonization of rice straw and husks. This program successfully demonstrated the practical implementation of CSA as a strategy for climate-change mitigation and adaptation in the agricultural sector. Three key technologies—agroforestry, water harvesting (biopores and rorak), and straw/husk decarbonization—were shown to produce synergistic benefits. Agroforestry enhances ecosystem complexity and carbon stocks, water-harvesting techniques optimize hydrological cycles and reduce erosion, and the decarbonization of straw and husks converts agricultural waste into biochar, functioning as long-term carbon storage while improving soil fertility.

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

Pembengo, W., & Rahim, Y. (2025). Penerapan Teknologi Climate Smart Agriculture Guna Peningkatan Kapasitas dalam Mendukung Rencana Aksi Mitigasi Iklim di Bidang Pertanian. *Jurnal Abdi Insani*, 12(11), 6429-6437. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v12i11.3227>

PENDAHULUAN

Desa Boidu menurut sejarah namanya diambil dari istilah Bantayo Lo Poboide, wilayah ini merupakan tempat untuk melakukan musyawarah oleh kerajaan-kerajaan yang termasuk Pohala Lo Bulango pada zaman dahulu. Dalam perkembangannya sejak didirikannya sampai dengan sekarang desa ini secara bergantian telah dipimpin oleh 17 (tujuh belas) orang kepala desa. Seiring dengan perkembangannya otonomi daerah dan pemerataan pembangunan, pada tahun 2007 Desa Boidu dimekarkan menjadi 2 desa yakni Desa Boidu sebagai desa induk yang juga merupakan ibu kota Kecamatan Bulango Utara dan Desa Lomaya merupakan desa hasil pemekaran. Desa Boidu merupakan sebuah desa yang terletak dalam (daerah) Kecamatan Bulango Utara, Kabupaten Bone Bolango, berbatasan dengan wilayah sebelah utara Desa Tupa, sebelah selatan Desa Lomaya sebelah timur Desa Kopi, sebelah barat Desa Suka Damai. Letak geografis Desa Boidu terletak di ibu kota kecamatan dengan luas wilayah ± 554 Ha pada ketinggian ± 50 m di atas permukaan laut (Latare *et al.*, 2024). Desa Boidu memiliki luas wilayah berdasarkan tanah sawah total luas 2,20 Ha. Lahan kering total luas 30 Ha yang terdiri dari jenis tanah kering pemukiman luas 15,40 Ha, dan jenis tanah kering pekarangan luas 14,60 Ha. Lahan perkebunan memiliki total luas 28,00 Ha.

Sektor pertanian penyumbang emisi gas rumah kaca (GRK) peringkat ke 3 dari 5 sektor penyumbang emisi. Tahun 2022 Indonesia meningkatkan target komitmen melalui dokumen Enhanced NDC Indonesia 2022 dengan penurunan emisi menjadi 31,89% target unconditional (mandiri) dan 43,20% target conditional (bantuan internasional). Pada dokumen Strategi Jangka



Panjang Rendah Karbon dan Ketahanan Iklim (LTS-LCCR) 2050 Indoensia menargetkan emisi net-zero pada tahun 2060 atau lebih cepat lagi (Pembengo *et al.*, 2023; Pembengo & Dude, 2024). Tanpa tindakan mitigasi iklim yang signifikan di sektor pertanian tujuan Perjanjian Paris mengenai perubahan iklim tidak dapat tercapai. Perubahan iklim merupakan tantangan global yang mendesak dan mempengaruhi banyak aspek kehidupan manusia, termasuk pertanian, ketahanan pangan, dan mata pencaharian (Nugroho & Habiballoh, 2023).

Pertanian cerdas iklim (Climate Smart Agriculture) merupakan program inovasi dengan mengintegrasikan pertanian konvensional dengan teknologi inovatif dengan tujuan peningkatan produksi, peningkatan produktivitas dan pengetahuan serta keterampilan para petani dalam menerapkan pertanian cerdas iklim, mengurangi risiko gagal panen, mengurangi efek gas rumah kaca (Yeti *et al.*, 2022). Oleh karena itu, petani membutuhkan pengetahuan dan keterampilan berusaha tani yang adaptif terhadap perubahan iklim atau yang dikenal dengan istilah Pertanian Cerdas Iklim atau Climate Smart Agriculture (CSA) (Jaya *et al.*, 2023). "Climate Smart Agriculture (CSA)" dalam sistem pertanian kita, yakni suatu pendekatan sebagai panduan aksi/kegiatan yang dibutuhkan untuk mentransformasi dan mereorientasi sistem pertanian kita ke sistem pertanian yang secara efektif mendukung pembangunan dan menjamin ketahanan pangan dalam perubahan iklim. Climate Smart Agriculture merupakan pendekatan dalam strategi pengembangan pertanian untuk menjamin ketahanan pangan dalam perubahan iklim (Sedyowati *et al.*, 2024). Penerapan teknologi CSA di tiga kabupaten yaitu Banjarnegara, Purbalingga, dan Banyumas mampu mengurangi emisi GRK sebesar 7-23% dibanding perlakuan petani. Selain itu dapat meningkatkan manfaat ekonomi sebesar 42 - 129%. Teknologi CSA yang diterapkan antara lain penambahan bahan organik dan irigasi berselang (Mulyani *et al.*, 2024).

METODE KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian KKN Tematik ini dilakukan di desa Boidu Kecamatan Bulango Utara Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo selama 45 hari dengan menggunakan metode pelatihan dan pendampingan penerapan ilmu dan teknologi. Kegiatan ini juga merupakan kaji tindak (action research) dalam rangka sosialisasi teknologi climate smart agriculture (CSA) meliputi :

1. Sistem wanatani/agroforestri
2. Teknik panen air (biopori dan rorak)
3. Dekarbonisasi jerami dan sekam padi

Jumlah mahasiswa yang terlibat berjumlah 14 mahasiswa dari berbagai program studi di Universitas Negeri Gorontalo dibawah bimbingan 2 dosen pembimbing lapangan yakni Wawan Pembengo, SP, M.Si dan Yunnita Rahim, SP, M.Si.

Tabel 1. Daftar Mahasiswa KKN Tematik 2025 Universitas Negeri Gorontalo

No	Nama	Program Studi
1	Mohammad Nabil Murtono	Manajemen
2	Rayhan Putra Abas	Statistik
3	Muh Wahyu Hidayah R. Nini	Ilmu Komunikasi
4	Ishak Talib	Ilmu Hukum
5	Alya Ainiyah Basri S	Akuntansi
6	Sabrina Alya Liputo	Akuntansi
7	Nabila Apriliani Putri Kello	Manajemen
8	Cindy Kasim	Ilmu Ekonomi
9	Meyvi Lasande	Teknologi Hasil Perikanan
10	Selvia Yunus Diu	Ilmu Ekonomi
11	Shania Rahmadani P. Panyili	Statistik
12	Alwiyah M. Agus	Ilmu Hukum



13	Putri Aurora Oktariana Panto	Ilmu Hukum
14	Siti Nurliza Indriany Malo	Psikologi

Kegiatan ini melakukan pendampingan langsung kepada mitra kelompok tani desa Boidu Kecamatan Bulango Utara Kabupaten Bone Bolango mulai dari proses persiapan sampai dengan pelatihan tentang teknologi climate smart agriculture (CSA). Teknik pendampingan pada program pengabdian melibatkan para petani Boidu Kecamatan Bulango Utara Kabupaten Bone Bolango. Ini sangat berperan dalam mendukung kesuksesan program pengabdian.

Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat melalui tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan survey kondisi mitra kelompok tani desa Boidu.
2. Menghubungi pemerintah desa Boidu Kecamatan Bulango Utara Kabupaten Bone Bolango khususnya kelompok tani sebagai mitra kerja
3. Menginventarisasi permasalahan spesifik lokasi yang berkaitan dengan teknologi climate smart agriculture (CSA).
4. Mempersiapkan kegiatan pelatihan teknologi climate smart agriculture (CSA).
5. Pelaksanaan pelatihan. Pada kegiatan ini (peserta Pelatihan) para kelompok tani diberikan pemahaman bahwa terdapat beberapa teknologi climate smart agriculture (CSA).

Teknik pelatihan yakni melalui bimbingan teknis pelatihan teknologi climate smart agriculture (CSA). Pelaksanaan tahapan kegiatan pengabdian yakni :

- Pengarahan lapangan oleh dosen dibantu oleh institusi mitra
- Monitoring dan evaluasi per dua minggu kegiatan
- Monitoring dan evaluasi pertengahan kegiatan
- Monitoring dan evaluasi akhir kegiatan pengabdian

Bentuk program yang akan dilaksanakan adalah pelatihan dan pendampingan meliputi :

- a. Koordinasi dengan pemerintah setempat dan kelompok tani
- b. Pelaksanaan pelatihan paket teknologi climate smart agriculture (CSA) meliputi :
- c. Pemberdayaan guna peningkatan kapasitas para kelompok tani
- d. Pendampingan guna terlaksananya paket teknologi climate smart agriculture (CSA).

Pelatihan dan pembinaan akan dilakukan oleh mahasiswa bersama mitra kelompok tani desa Boidu didampingi dosen pendamping lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Wanatani/Agroforestri

Kegiatan pengabdian masyarakat wanatani atau agroforestri oleh mahasiswa merupakan wujud nyata dari penerapan ilmu pengetahuan sekaligus kontribusi sosial yang memiliki fungsi dan manfaat multidimensi. Wanatani/agroforestri merupakan suatu sistem pengelolaan lahan yang mengkombinasikan pepohonan dengan tanaman pertanian dan/atau ternak pada satu unit lahan yang sama, telah diakui sebagai solusi berbasis alam (nature-based solution) untuk mengatasi degradasi lingkungan dan meningkatkan ketahanan pangan. Prinsip utamanya adalah meningkatkan kompleksitas biologis pada suatu lanskap pertanian dengan mengintegrasikan pepohonan (baik kayu, buah, atau pupuk hijau) dengan tanaman semusim atau ternak, sistem ini menciptakan strata vertikal yang mirip dengan hutan (Siarudin *et al.*, 2021). Stratifikasi ini memungkinkan pemanfaatan sumber daya (cahaya matahari, air, dan nutrisi) yang lebih efisien karena setiap strata memiliki peran ekologis yang berbeda (Isda *et al.*, 2024). Akar pohon yang dalam dapat mengambil nutrisi dan air dari lapisan tanah yang tidak terjangkau oleh tanaman pertanian semusim. Selain itu, naungan dari pohon dapat menciptakan iklim mikro yang lebih stabil, mengurangi evaporasi, dan melindungi tanaman dari terik matahari langsung serta angin kencang. Dengan kata lain, fungsi ekologis wanatani/agroforestri adalah



mentransformasi monokultur yang sederhana dan rentan menjadi agroekosistem yang kompleks dan resilien (Nur *et al.*, 2025).

Kegiatan ini untuk memulihkan fungsi lingkungan dengan sistem yang mengkombinasikan tanaman perkebunan seperti alpukat dengan tanaman semusim (jagung) serta ternak ini dapat mencegah erosi tanah, meningkatkan kesuburan lahan melalui daun-daun gugur yang menjadi pupuk alami, serta menjaga keanekaragaman hayati. Secara ekonomi, masyarakat diajak untuk tidak bergantung pada satu komoditas saja, sehingga dapat meminimalkan risiko gagal panen dan fluktuasi harga (Nuryati *et al.*, 2022). Pada tataran yang lebih luas, masyarakat wanatani atau agroforestri oleh mahasiswa memberikan kontribusi penting bagi pembangunan berkelanjutan nasional. Kegiatan ini selaras dengan komitmen Indonesia dalam menangani perubahan iklim, karena sistem Agroforestri berperan sebagai penyerap karbon (carbon sink) yang efektif. Dengan mendorong praktik pertanian yang ramah lingkungan, kegiatan ini mendukung ketahanan pangan dan energi di tingkat lokal (Bintani *et al.*, 2023). Keberhasilan suatu desa dalam menerapkan wanatani/agroforestri dapat menjadi model percontohan (pilot project) yang dapat direplikasi di daerah lain. Dengan demikian, fungsi dan manfaat kegiatan pengabdian ini tidak hanya berhenti pada lokasi pelaksanaan, tetapi menjadi investasi jangka panjang untuk menciptakan generasi penerus bangsa yang kompeten dan berkarakter serta masyarakat yang mandiri dan lestari.



Gambar 1. Kegiatan Wanatani/Agroforestri Tanaman Alpukat

Kegiatan Teknik Panen Air (Biopori dan Rorak)

Kegiatan teknik panen air berupa pembuatan biopori dan rorak oleh mahasiswa dalam program pengabdian masyarakat memiliki fungsi dan manfaat ilmiah yang signifikan dalam konteks konservasi tanah dan air. Biopori adalah lubang silinder sempit dengan kedalaman sekitar 80-100 cm yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah. Fungsi ilmiah utamanya adalah memperbesar luas bidang infiltrasi dan meningkatkan porositas tanah. Lubang biopori menciptakan rongga atau pori-pori makro buatan yang menjadi jalur cepat bagi air untuk masuk ke lapisan tanah yang lebih dalam (Ardana *et al.*, 2025). Keunikan biopori terletak pada pengisiannya dengan sampah organik (sisa daun, rumput, dll.), yang mengundang organisme tanah, terutama cacing, untuk aktif di dalamnya. Aktivitas biota tanah ini menciptakan liang-liang (pori biopori) yang permanen, sehingga laju infiltrasi air dapat meningkat hingga beberapa kali lipat dibandingkan tanah padat di sekitarnya. Aktivitas organik dalam biopori meningkatkan kandungan bahan organik tanah, yang pada akhirnya memperbaiki struktur tanah, agregasi, dan kapasitas menahan air (water holding capacity) (Hidayat *et al.*, 2021).

Biopori, dengan proses dekomposisi sampah organik di dalamnya, berfungsi sebagai pabrik kompos alami. Hasil dekomposisi ini menyuburkan tanah di sekeliling lubang, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Proses ini juga merupakan bentuk sequestrasi (penyimpanan) karbon skala kecil, di mana karbon dari sampah organik disimpan ke dalam tanah daripada terlepas sebagai gas metana di tempat pembuangan sampah terbuka. Lingkungan tanah yang sehat dengan

porositas dan bahan organik yang tinggi juga menjadi habitat yang ideal bagi mikroorganisme dan makrofauna tanah, sehingga meningkatkan keanekaragaman hayati tanah yang merupakan indikator kesehatan ekosistem.

Secara fungsi, rorak (parit dangkal yang memotong lereng) berperan sebagai penangkap dan penampung air limpasan permukaan (runoff), sehingga mengurangi kecepatan aliran dan erosi tanah, sekaligus meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah untuk mengisi cadangan air tanah (aquifer). Rorak secara fisik menangkap partikel tanah yang tererosi, menangani air aliran permukaan secara horizontal (Raharjo, 2024). Manfaat langsungnya adalah pengurangan volume dan kecepatan runoff yang menjadi penyebab utama banjir bandang. Dengan lebih banyak air yang meresap, muka air tanah (water table) menjadi lebih stabil, mengurangi dampak kekeringan

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim yang ditandai dengan variabilitas curah hujan ekstrem baik kekeringan panjang maupun banjir. Teknik panen air (water harvesting) menjadi solusi berbasis ekologi yang krusial. Di antara berbagai metode yang ada, biopori dan rorak menonjol karena kesederhanaan, efektivitas, dan multifungsi ilmiahnya. Kedua teknik ini pada dasarnya berfungsi sebagai infrastruktur resapan buatan yang mengoptimalkan proses hidrologi alami, khususnya infiltrasi dan penyimpanan air tanah, sekaligus memberikan manfaat lingkungan yang lebih luas (Naharuddin *et al.*, 2023). Kombinasi penerapan biopori dan rorak menciptakan sistem panen air yang komprehensif. Selain itu, kedua teknik ini merupakan metode konservasi tanah yang sangat efektif.

Teknik biopori dan rorak bukanlah teknologi yang rumit, tetapi dampaknya sangat signifikan. Keduanya bekerja dengan memanfaatkan dan memperkuat proses-proses alamiah dalam siklus hidrologi dan biologi tanah. Fungsi utamanya sebagai penambah kapasitas infiltrasi dan cadangan air tanah memberikan manfaat langsung dalam mitigasi banjir dan adaptasi kekeringan. Sementara itu, manfaat tambahannya dalam meningkatkan kesuburan tanah, menyuburkan tanaman, menyimpan karbon, dan melestarikan keanekaragaman hayati menjadikannya sebagai solusi berbasis alam (nature-based solution) yang berkelanjutan. Penerapannya yang luas, baik di lahan pertanian, perkebunan, maupun daerah perkotaan, merupakan langkah strategis menuju ketahanan air dan ketahanan pangan di masa depan.



Gambar 2. Kegiatan Biopori dan Rorak

Kegiatan Dekarbonisasi Jerami dan Sekam Padi

Kegiatan dekarbonisasi jerami dan sekam padi yang dilakukan mahasiswa dalam program pengabdian masyarakat memiliki fungsi ilmiah utama untuk mengonversi biomassa limbah pertanian dari bentuk padat menjadi karbon padat (biochar) melalui proses pirolisis terkendali. Secara kimiawi, pirolisis merupakan dekomposisi termokimia pada suhu tinggi (biasanya 300-700°C) dengan kondisi oksigen terbatas. Proses ini mencegah terjadinya pembakaran sempurna yang menghasilkan CO₂, dan sebaliknya, memutus rantai karbon organik (selulosa, hemiselulosa, lignin) dalam biomassa untuk menghasilkan arang yang kaya akan karbon stabil (Isnainiyah *et al.*, 2023). Fungsi ini strategis karena

mengalihkan jalur dekomposisi alami jerami yang biasanya menghasilkan gas metana (CH_4)—gas rumah kaca dengan potensi pemanasan global 28-34 kali lebih kuat daripada CO_2 —menuju penyimpanan karbon jangka panjang dalam tanah dalam bentuk biochar.

Manfaat yang bersifat lingkungan adalah mitigasi perubahan iklim melalui penciptaan negative emission technology. Dengan mengubah jerami dan sekam menjadi biochar, karbon yang seharusnya terlepas ke atmosfer dalam waktu singkat (beberapa minggu hingga bulan) melalui pembakaran terbuka atau dekomposisi alami, justru dikunci dalam struktur pori biochar yang stabil. Biochar dapat bertahan di tanah selama ratusan hingga ribuan tahun, berfungsi sebagai cadangan karbon (carbon sink). Selain itu, kegiatan ini langsung mencegah emisi black carbon (jelaga) dari praktik pembakaran terbuka yang merusak kualitas udara dan kesehatan. Dengan demikian, mahasiswa tidak hanya berteori tetapi langsung mempraktikkan solusi iklim berbasis sains.

Manfaat aspek pertanian berkelanjutan dimana aplikasi biochar ke tanah lahan pertanian mitra masyarakat memberikan sejumlah keuntungan agroekologi. Secara fisika, biochar memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas, dan kemampuan menahan air. Secara kimia, kapasitas tukar kation tanah meningkat, sehingga efisiensi pemupukan menjadi lebih tinggi dan pencucian nutrisi berkurang (Maghdalena & Lantang, 2017). Biochar juga berfungsi sebagai habitat ideal bagi mikroorganisme tanah yang menguntungkan. Dalam jangka panjang, hal ini dapat meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, dan mendukung produktivitas pertanian yang lebih resilien (Buan *et al.*, 2023).

Kegiatan pengabdian ini memiliki manfaat edukasi dan pemberdayaan. Mahasiswa berperan sebagai agen transfer teknologi yang menjembatani kesenjangan antara pengetahuan ilmiah di kampus dengan kebutuhan riil di masyarakat. Mereka tidak hanya menyampaikan pentingnya dekarbonisasi, tetapi juga mendemonstrasikan teknologi sederhana yang dapat dibangun dan dioperasikan oleh petani. Interaksi ini membangun kesadaran lingkungan, mendorong adopsi praktik pertanian rendah emisi, dan menciptakan nilai ekonomi dari limbah yang selama ini diabaikan. Dengan demikian, pengabdian ini menjadi wahana kontekstual bagi mahasiswa untuk mengaplikasikan ilmu mereka sekaligus memberdayakan masyarakat menuju sistem pertanian berkelanjutan.



Gambar 3. Kegiatan Dekarbonisasi Jerami dan Sekam Padi

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Gorontalo dan Ketua LPPM Universitas Negeri Gorontalo atas perhatian dan kontribusi pada alokasi pendanaan kegiatan pengabdian KKN Tematik Tahap 2 Tahun 2025. Diucapkan terima kasih juga kepada Kepala Desa Boidu Kecamatan Bulango Utara Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo, Kelompok Tani, Rema Muda serta aparat desa yang telah mendukung pelaksanaan kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardana, D. H. P., Astariani, K. N., Lestari, P. U. P., & Pamungkas, H. T. (2025). Sinergitas Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air Melalui Biopori. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Dedikasi PKM*, 6(2), 305–314. <https://doi.org/10.32493/dkp.v6i2.48261>
- Bintani, M. K., Rahman, R. A., Lidiawati, I., Salampessy, M. L., Indah Sari, I., Nazma, F., Ramdani, R., & Noviandi, R. (2023). Pendampingan Petani Hutan Kelompok Tani Rimba Lestari Dalam Agroforestri Tanaman Kopi Pada Lahan Miring Di Desa Malasari, Kecamatan Nanggung. *Jurnal Abdi Inovatif (Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 2(1), 51-60. <https://ejournalunb.ac.id/abdi/article/view/473>
- Buan, C. H. F., Yulianus, T. A., Agluis, B. Z., Kadha, F., Helsiana, M. M., Suri, E., & Nahas, M. (2023). Pembuatan Pupuk Organik dan Biochar di Kelompok Tani Rajawali Desa Halibasir Kabupaten Malaka. *Abdi Unisap*, 1(2), 73-78. <https://ejurnal-unisap.ac.id/index.php/abdiunisap/article/view/182>
- Hidayat, A., Wibowo, A. M., Hatmoko, U. D. J., Kistiani, F., Hermawan, F., Merukh, S. H., & Zachari, M. (2021). Pembuatan Biopori Sebagai Upaya Peningkatan Laju Infiltrasi dan Cadangan Air Tanah serta Pengendalian Banjir. *Jurnal Pasopati*, 3(3), 129. <http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/pasopati>
- Isda, M. N., Fatonah, S., Yulminarti, Y., & Roslim, D. I. (2024). Carbon Sequestration Potential of Traditional Agroforestry System in Rimbo Panjang Village, Kampar Based on Tree Biomass. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(3), 729–736. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i3.7344>
- Jaya, D. K. I., Santoso, B. B., & Jayaputra. (2023). Pengenalan Pertanian Cerdas Iklim Melalui Demplot Diversifikasi Tanaman di Lahan Kering Desa Gumantar Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Siar Ilmuwan Tani*, 4(2), 155–163. <https://siarilmuwantani.unram.ac.id/index.php/jsit/article/view/106>
- Latare, S., Hatu, A. R., Musa, T. F., & Achmad, M. (2024). Dampak Desa Mandiri dalam Mengatasi kemiskinan di Desa Boidu Kecamatan Bulango Utara Kabupaten Bone Bolango. 1(3), 176–184. <https://ejurnal.fis.ung.ac.id/index.php/sjppm/article/view/94/19>
- Maghdalena, D. W. M., & Lantang, B. (2017). Pelatihan Pembuatan Biochar dari Limbah Sekam Padi Menggunakan Metode Retort Kiln. *Agrokreatif*, 3(2), 129-125. <https://journal.ipb.ac.id/j-agrokreatif/article/view/18792>
- Mulyani, S., Winarti, L., & Siregar, D. S. (2024). Kontribusi Paket Teknologi Climate Smart Agriculture (CSA) dalam Penurunan Global Warming Potential (CO₂-E). *Jurnal Suluh Tani*, 2(1), 8–14. <https://journalsuluhani.com/index.php/suluhani/article/view/53>
- Naharuddin, N., Rahmawati, R., Ariyanti, A., Erniwati, E., & Muthmainnah, M. (2023). Pemberdayaan Masyarakat melalui Teknik Konservasi Tanah dan Air dalam Upaya Mitigasi Dampak Perubahan Iklim. *Agrokreatif*, 9(1), 26-32. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/j-agrokreatif/article/view/43472>
- Nugroho, J. R., & Habiballoh, A. A. (2023). Studi Climate Smart Agricultur (CSA) Perubahan Iklim terhadap Ketahanan Pangan. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 16605–16613. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/9007>
- Nur, H., Laksananny, A. S., Uslinawaty, Z., Mando, O. A. S. L., Flamin, A., & Purnomo, N. M. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Sistem Agroforestri Berkelanjutan di Desa Teporoko Kecamatan Wawonii Tenggara Kabupaten Konawe Kepulauan. *Jurnal Pengabdian EcoForest*, 3(1), 1-7. <https://ecoforest.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/56>
- Nuryati, R., Fatimah, S. A., & Ruslan, A. J. (2022). Implementasi Standar Pengelolaan Usahatani Kapulaga Pada Lahan Agroforestri di Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat Inovatif*, 1(1), 22–28. <https://jurnalppm.org/index.php/JPPMI/article/view/5>



- Pembengo, W., & Dude, S. (2024). Upaya Implementasi NDC (*Nationally Determined Contribution*) Guna Mencapai Ketahanan Iklim (*Climate Resilience*) di Bidang Pertanian. *Jurnal Abdi Insani*, 11(1), 803–810. <https://abdiinsani.unram.ac.id/index.php/jurnal/article/view/1303>
- Pembengo, W., Purnomo, H. S., & Rahim, Y. (2023). Penerapan Teknologi Mitigasi Iklim Kolaborasi Sektor Pertanian dan Kehutanan Guna Realisasi Program Ketahanan Pangan di Kawasan Teluk Tomini. *Abditani*, 6(2), 129–137. <https://abditani.jurnalpertanianunisapalu.com/index.php/abditani/article/view/277>
- Raharjo, P. A. (2024). Simulasi Penempatan Rorak sebagai Bentuk Pengoptimalan Konservasi Air. *Jurnal Alami*, 4(2), 2548–8635. <https://pdfs.semanticscholar.org/2ffa/1e473ecd752e7b7d498c580a64111a5291d8.pdf>
- Sedyowati, T. Y., Mulyani, S., & Lidia. (2024). Penerapan Teknologi CSA mampu Meningkatkan Produksi, Produktivitas Padi dan Keuntungan Ekonomi Petani. *Jurnal Suluh Tani*, 2(1), 1–7. <https://jurnalsuluhtani.com/index.php/suluhtani/article/view/52>
- Siarudin, M., Rahman, S. A., Artati, Y., Indrajaya, Y., Narulita, S., Ardha, M. J., & Larjavaara, M. (2021). Carbon sequestration potential of agroforestry systems in degraded landscapes in west Java, Indonesia. *Forests*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/f12060714>
- Isnainiyah, S. N., Putri, N. T., Firman, W. F., Andreas, P., & Nurdian, Y. (2023). Pengolahan Limbah Jerami Padi Menjadi Biochar Untuk Meningkatkan Kualitas Tanah Di Desa Tegal Mijin Bondowoso. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Abditani*, 6(1), 48-57. <https://abditani.jurnalpertanianunisapalu.com/index.php/abditani/article/view/207>
- Yeti, Dasipah, E., Andayani, A. S., Permana, S. N., & Gantini, T. (2022). Pendampingan Implementasi Pertanian Cerdas Iklim Di Kecamatan Gebang Kabupaten Cirebon. *Bernas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(3), 478–482. <https://ejournal.unma.ac.id/index.php/bernas/article/view/2776>