

Biomass sensor technology transformation to optimize land potential and empower farmers in Sudimoro Village, Jombang

Zulfikar[✉], Mohamad Nasirudin, Tholib Hariono
Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Jombang, Indonesia

[✉] zulfikardia@gmail.com

 <https://doi.org/10.31603/ce.14973>

Abstract

This community service activity aims to empower farmers through the application of biomass-based land potential sensor technology transformation in Sudimoro Village, Megaluh District, Jombang Regency. The main challenges faced by the farmers include limited knowledge regarding land potential, persistent doubts about adopting technological innovations, and low practical skills in technology-based management. The urgency of this program lies in the need to enhance the capacity of farmers to optimally manage agricultural land sustainably with the support of modern technology. The implementation method included outreach, training, field demonstrations, and intensive mentoring for ten farmer participants. Evaluation results demonstrated significant improvements: knowledge increased from 42.5% to 82%, attitudes from 55% to 86.5%, and skills from 20% to 77%. Paired sample t-test analysis confirmed that these differences were statistically significant ($p < 0.001$) across all three aspects. These findings prove that the sensor technology-based intervention is capable of holistically increasing farmer capacity. Thus, the program has delivered a tangible impact on the empowerment of the farming community while serving as a model for sustainable agricultural innovation that can be replicated in other rural areas.

Keywords: Farmer empowerment; Biomass sensor technology; Land potential; Sustainable agriculture

Transformasi teknologi sensor biomassa untuk optimalisasi potensi lahan dan pemberdayaan petani di Desa Sudimoro, Jombang

Abstrak

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memberdayakan petani melalui penerapan transformasi teknologi piranti sensor potensi lahan berbasis biomassa di Desa Sudimoro, Kecamatan Megaluh, Kabupaten Jombang. Permasalahan utama yang dihadapi petani adalah keterbatasan pengetahuan mengenai potensi lahan, sikap yang masih ragu dalam menerima inovasi teknologi, serta keterampilan praktis yang rendah dalam pengelolaan berbasis teknologi. Urgensi program ini terletak pada perlunya peningkatan kapasitas petani agar mampu mengoptimalkan lahan pertanian secara berkelanjutan dengan dukungan teknologi modern. Metode pelaksanaan meliputi penyuluhan, pelatihan, demonstrasi lapangan, dan pendampingan intensif kepada sepuluh peserta petani. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan, dimana pengetahuan naik dari 42,5% menjadi 82%, sikap dari 55% menjadi 86,5%, dan keterampilan dari 20% menjadi 77%. Analisis paired sample t-test mengonfirmasi bahwa perbedaan tersebut signifikan ($p < 0,001$) pada ketiga aspek. Temuan ini membuktikan bahwa intervensi berbasis teknologi sensor mampu meningkatkan kapasitas petani secara holistik. Dengan demikian, program ini memberikan dampak nyata terhadap pemberdayaan

Contributions to
SDGs

8 DECENT WORK AND
ECONOMIC GROWTH



9 INDUSTRY, INNOVATION
AND INFRASTRUCTURE



Article History

Received: 20/09/25

Revised: 16/10/25

Accepted: 23/11/25

masyarakat tani sekaligus menjadi model inovasi pertanian berkelanjutan yang dapat direplikasi di wilayah pedesaan lain.

Kata Kunci: Pemberdayaan petani; Teknologi sensor biomassa; Potensi lahan; Pertanian berkelanjutan

1. Pendahuluan

Para petani di Desa Sudimoro, Kecamatan Megaluh, Kabupaten Jombang, hingga kini masih banyak yang mengandalkan cara konvensional dalam mengelola lahan pertanian. Keterbatasan akses informasi mengenai potensi lahan, kandungan unsur hara, kelembaban tanah, maupun pemanfaatan biomassa menyebabkan produktivitas pertanian belum optimal (Nurainin & Trilaksana, 2024). Padahal, pengelolaan lahan berbasis data sangat penting untuk membantu petani meningkatkan hasil panen, menekan biaya produksi, sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan (Pretty & Bharucha, 2014). Selain itu, biomassa pertanian yang tersedia melimpah seringkali belum dimanfaatkan secara optimal, padahal memiliki potensi besar sebagai indikator kesuburan tanah maupun sumber energi alternatif (Whitmee et al., 2015).

Perkembangan pesat teknologi pertanian berbasis sensor kini membuka peluang besar untuk diterapkan pada lahan-lahan pertanian rakyat. Piranti sensor potensi lahan berbasis biomassa dapat memberikan informasi real-time mengenai kondisi tanah, kelembaban, pH, dan unsur hara. Data ini memungkinkan petani mengambil keputusan yang lebih tepat dalam pemupukan, pengairan, maupun pengendalian hama (Zulfikar et al., 2024). Urgensi penerapan teknologi ini terletak pada kebutuhan untuk mentransformasi praktik pertanian tradisional menuju pertanian modern yang adaptif terhadap tantangan perubahan iklim, keterbatasan sumber daya, tuntutan peningkatan produktivitas (Morchid et al., 2024), dan yang terpenting, memiliki dampak positif (Marianingsih et al., 2023).

Kegiatan pengabdian ini dirancang untuk mengatasi kesenjangan tersebut. Tujuannya adalah untuk meningkatkan pemahaman petani mengenai konsep biomassa, mengenalkan dan melatih penggunaan piranti sensor potensi lahan, serta mendorong perubahan sikap dan keterampilan agar mereka lebih adaptif terhadap teknologi pertanian. Melalui pendekatan ini, diharapkan produktivitas lahan meningkat, praktik pengelolaan pertanian menjadi lebih efisien, dan masyarakat tani Desa Sudimoro mampu berkembang menuju pertanian modern yang berdaya saing (Bidarti et al., 2024).

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini komprehensif, meliputi observasi dan identifikasi masalah di lapangan, penyuluhan mengenai pemanfaatan biomassa dan teknologi sensor, pelatihan serta demonstrasi penggunaan piranti sensor, dan pendampingan praktik langsung bersama petani. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini tidak hanya bersifat transfer ilmu, tetapi juga transformasi nyata dalam praktik pertanian masyarakat (Sumiardi et al., 2025), sekaligus mengatasi faktor-faktor penghambat dalam pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat (Zulfikar et al., 2022).

Kegiatan pengabdian masyarakat ini secara langsung mendukung dua Tujuan Pembangunan berkelanjutan (SDGs) terutama SDGs 8 terkait dengan pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi dengan realisasi kegiatan berupa kegiatan pemberdayaan para petani melalui pelatihan perancangan sensor sederhana diharapkan mereka mampu mengidentifikasi potensi lahan lebih cepat dan efisien sehingga permasalahan lahan segera teratasi. Selain itu juga SDGs 9 terkait dengan industri, inovasi dan

infrastruktur, dengan realisasi kegiatan berupa pengembangan teknologi piranti sensor untuk melihat potensi lahan berbasis biomassa. Kedepannya mitra bisa merancang dan mengimplementasi piranti sensor sederhana sehingga memberi peluang untuk tumbuhnya inovasi dan penciptaan peluang kerja di kalangan petani dalam rangka program *Smart Agriculture System* (SAS).

2. Metode

Pelaksanaan program pemberdayaan masyarakat ini berlokasi di Desa Sudimoro, Kecamatan Megaluh, Kabupaten Jombang, dengan melibatkan 10 orang mitra kelompok tani yang dikoordinasikan oleh Dinas Pertanian Kabupaten Jombang. Metodologi utama yang digunakan dalam pengabdian ini adalah pendekatan Participatory Action Research (PAR). Pendekatan PAR menekankan pada keterlibatan aktif masyarakat dalam setiap tahapan program, sehingga transfer teknologi yang diberikan dapat berkelanjutan dan sesuai dengan kebutuhan riil petani (Heron & Reason, 2006). Pendekatan ini dikombinasikan dengan metode penyuluhan, pelatihan, dan pendampingan yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas petani terhadap inovasi teknologi pertanian modern (Elbehri & Chestnov, 2021; Irdiana et al., 2024).

Rangkaian kegiatan operasional dilaksanakan secara bertahap, mulai dari pengenalan masalah hingga evaluasi dan dokumentasi. Kegiatan diawali dengan sosialisasi dan penyuluhan, di mana petani bersama tim pelaksana mengenali permasalahan spesifik yang dihadapi di lahan mereka, sekaligus mendapatkan pengetahuan baru mengenai pentingnya teknologi sensor lahan. Setelah sosialisasi, tahapan berlanjut ke pelatihan dan praktik penggunaan piranti sensor lahan. Petani kemudian menjalani pendampingan intensif secara langsung di lapangan. Tahap pendampingan ini bertujuan untuk memastikan petani terbiasa menggunakan alat dan mampu mengintegrasikan teknologi tersebut dalam pengelolaan lahan sehari-hari.

Terakhir, dilakukan evaluasi untuk mengukur peningkatan kapasitas mitra secara kuantitatif. Hasil dari seluruh kegiatan kemudian didokumentasikan dan disebarakan sebagai model inovasi yang dapat direplikasi, guna memastikan manfaat program dapat dirasakan lebih luas dan mendukung keberlanjutan. Evaluasi program menggunakan desain *pre-test* dan *post-test*. Kriteria penilaian meliputi tiga aspek utama, yaitu pengetahuan, sikap, dan keterampilan petani terhadap teknologi sensor biomassa. Untuk mengetahui apakah perbedaan antara nilai *pre-test* dan *post-test* pada ketiga aspek tersebut, digunakan uji beda berpasangan (*paired sample t-test*).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sosialisasi dan penyuluhan transformasi teknologi sensor

Kegiatan transformasi teknologi sensor dimulai dengan tahapan persiapan piranti, di mana perancangan alat dilakukan secara cermat dan melibatkan mahasiswa di laboratorium mikrokontroler (Gambar 1). Keterlibatan mahasiswa ini bertujuan untuk memastikan sistem kerja alat berjalan dengan baik dan melakukan pengujian awal (uji coba fungsionalitas) agar piranti sensor siap digunakan secara optimal di lapangan. Piranti sensor yang dirancang memiliki beberapa fungsi esensial bagi petani, meliputi

pengukuran pH, suhu, kelembaban tanah, serta perhitungan biomassa (Kganyago et al., 2024). Dengan fitur-fitur ini, piranti sensor berfungsi sebagai alat bantu diagnostik yang kuat bagi petani untuk mengetahui status kesehatan tanah secara *real-time*, sehingga proses pengolahan tanah dan budidaya tanaman dapat dilakukan secara lebih optimal dan terarah.



Gambar 1. Rancangan piranti sensor dan tampilan antar muka pada *smartphone* dan proses perancangan bersama mahasiswa di laboratorium mikrokontroler

Setelah piranti sensor siap, tahapan dilanjutkan dengan sosialisasi dan penyuluhan langsung kepada peserta kelompok tani di Desa Sudimoro. Kegiatan ini mempertemukan tim pelaksana program dengan peserta kelompok tani (Gambar 2). Dalam sesi ini, tim memberikan penjelasan mendalam mengenai cara kerja, manfaat, dan pentingnya penggunaan teknologi sensor dalam konteks pertanian modern. Sosialisasi ini menjadi fondasi awal untuk mengubah sikap petani agar lebih terbuka terhadap inovasi teknologi, sebelum dilanjutkan ke tahap pelatihan praktis.



Gambar 2. Sosialisasi piranti sensor

3.2. Pelatihan dan demonstrasi

Kegiatan inti program ini adalah implementasi dan pengujian langsung piranti sensor biomassa di hadapan 10 orang anggota Kelompok Tani (Poktan) Desa Sudimoro, Kecamatan Megaluh, Kabupaten Jombang. Sesi diawali dengan pengenalan piranti oleh tim pelaksana PkM. Pengenalan ini mencakup spesifikasi teknis, fungsi setiap bagian alat, dan penjelasan detail mengenai sistem kerja piranti. Setelah memahami teori dasar, anggota Poktan melanjutkan ke sesi demonstrasi dan praktik penggunaan (Gambar 3).

Para petani melakukan pengujian langsung dengan mengukur sampel tanah di lapangan. Dalam proses ini, mereka dilatih untuk mengoperasikan piranti sensor secara mahir dan benar, memanfaatkan kemampuan alat untuk secara otomatis mengukur nilai pH, suhu, dan kelembaban tanah. Di akhir sesi praktik, dilakukan testimoni untuk

menjaring pendapat dari petani, diwakili oleh salah satu peserta Poktan, mengenai manfaat praktis piranti sensor ini bagi budidaya mereka. Secara keseluruhan, anggota Poktan menunjukkan antusiasme tinggi dan menyatakan keinginan untuk mengintegrasikan piranti ini guna meningkatkan kualitas budidaya pertanian mereka.



Gambar 3. Praktik penggunaan piranti sensor dan testimoni peserta

3.3. Evaluasi kegiatan

Keberhasilan program pengabdian ini diukur melalui evaluasi efektivitas kegiatan menggunakan *pre-test* sebelum penyuluhan dan pelatihan, dan *post-test* setelah kegiatan selesai. Evaluasi dilakukan terhadap 10 orang peserta dan menunjukkan adanya peningkatan substansial. Secara keseluruhan, nilai rata-rata peserta meningkat signifikan dari 39,17% pada *pre-test* menjadi 81,83% pada *post-test*. Rentang nilai peserta juga mengalami pergeseran positif, di mana nilai *pre-test* berkisar antara 30-55, sementara *post-test* meningkat ke rentang 70-95. Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan signifikan pengetahuan dan keterampilan petani dalam memahami dan menggunakan piranti sensor potensi lahan berbasis biomassa.

Untuk analisis yang lebih mendalam, hasil evaluasi dibagi berdasarkan tiga aspek utama, yaitu pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Tabel 1 menunjukkan keberhasilan intervensi yang bersifat holistik. Peningkatan aspek pengetahuan sebesar 39,50% menunjukkan keberhasilan penyuluhan dalam meningkatkan pemahaman teoretis petani. Peningkatan sikap sebesar 31,50% menandakan adanya pergeseran positif dalam penerimaan dan kepercayaan petani terhadap inovasi teknologi sensor. Sementara itu, terjadi lonjakan keterampilan sebesar 57,00%, menjadikannya indikator paling signifikan bahwa pelatihan praktik langsung sangat efektif dalam membekali petani dengan kemampuan operasional teknologi. Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa penggunaan teknologi berbasis sensor dapat membantu petani dalam mengambil keputusan pengelolaan lahan yang lebih tepat (Dirayati et al., 2025; Manono et al., 2025).

Tabel 1. Hasil *pre-test* dan *post-test* Peserta (n = 10)

Aspek	<i>Pre-test</i> (%)	<i>Post-test</i> (%)	Peningkatan (%)
Pengetahuan	42,50	82,00	+39,00
Sikap	55,00	86,50	+30,00
Keterampilan	20,00	77,00	+60,00
Rata-rata	39,17	81,83	+43,00

Lebih lanjut, untuk membuktikan bahwa perbedaan yang teramati antara *pre-test* dan *post-test* pada ketiga aspek (pengetahuan, sikap, keterampilan) adalah signifikan secara

statistik, dilakukan uji beda berpasangan (*paired sample t-test*). Hasil uji beda (Tabel 2) menunjukkan bahwa peningkatan pada ketiga aspek adalah sangat signifikan secara statistik ($p < 0.001$). Nilai *t-value* yang tinggi pada aspek Keterampilan (-18.75) menegaskan bahwa metode praktik langsung adalah yang paling efektif dalam menghasilkan perubahan. Karena nilai p jauh di bawah ambang batas signifikansi (α 0.05), dapat dipastikan bahwa peningkatan adalah akibat langsung dari pelaksanaan program pengabdian masyarakat.

Tabel 2. Hasil uji Paired Sample *t-test*

Aspek	Pre-test (Mean $\pm$ SD)	Post-test (Mean $\pm$ SD)	<i>t-value</i>	<i>df</i>	<i>p-value</i>
Pengetahuan	42.5 $\pm$ 5.2	82.0 $\pm$ 4.7	-12.35	9	< 0.001
Sikap	55.0 $\pm$ 4.8	86.5 $\pm$ 5.1	-10.2	9	< 0.001
Keterampilan	20.0 $\pm$ 3.9	77.0 $\pm$ 6.0	-18.75	9	< 0.001

Peningkatan signifikan dari *pre-test* ke *post-test* ini juga membuktikan bahwa pendekatan gabungan yang meliputi penyuluhan partisipatif, pelatihan praktik langsung, dan pendampingan intensif merupakan metode yang sangat efektif dalam pemberdayaan masyarakat tani (Mardikanto & Soebianto, 2015). Program pengabdian ini berhasil tidak hanya meningkatkan pengetahuan, tetapi juga memberikan keterampilan praktis yang nyata bagi petani dalam memanfaatkan teknologi untuk mendukung produktivitas pertanian, sejalan dengan temuan bahwa pendekatan berbasis teknologi partisipatif mampu mempercepat proses adopsi inovasi dan meningkatkan kapasitas masyarakat desa (Anderson & Feder, 2004; Lee, 2024), serta bahwa adopsi akan dicapai dengan mengurangi hambatan adopsi (Kendall et al., 2022).

4. Kesimpulan

Program pengabdian masyarakat melalui transformasi teknologi piranti sensor untuk pemberdayaan masyarakat Tani Desa Sudimoro Jombang berhasil memberikan dampak positif yang nyata. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan petani. Pengetahuan meningkat hampir dua kali lipat, sikap petani menjadi lebih terbuka terhadap inovasi, serta keterampilan praktis dalam penggunaan sensor mengalami peningkatan paling tinggi. Hal ini membuktikan bahwa pendekatan pelatihan berbasis teknologi mampu memperkuat kapasitas petani baik secara kognitif, afektif, maupun psikomotorik. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya memberikan pemahaman baru, tetapi juga membentuk sikap positif dan kemampuan praktis dalam mengelola lahan secara lebih modern dan berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Berhasilnya kegiatan pengabdian ini tidak lepas dari dukungan segenap tim PkM dan segenap sivitas akademika Universitas KH. A. Wahab Hasbullah. Dengan ini kami ucapkan terima kasih kepada Kepala Desa Sudimoro beserta segenap kelompok tani atas partisipasi aktifnya dalam mendukung kegiatan hingga berjalan sukses. Tak lupa ucapan terima kasih kepada kepala Laboratorium Mikrokontroler Fakultas Teknologi Informasi atas penggunaan laboratorium untuk perancangan piranti sensor.

Kontribusi Penulis

Pelaksana kegiatan: ZZ, MN, TH; Penyiapan artikel: ZZ, MN, TH; Analisis dampak pengabdian: MN, TH; Penyajian hasil pengabdian: ZZ; Revisi artikel: TH.

Konflik Kepentingan

Seluruh penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan finansial atau non-finansial yang terkait dengan artikel ini.

Pendanaan

Kegiatan dan publikasi artikel dibiayai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kemendiknas Tahun 2025 melalui skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat, Ruang Lingkup Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat.

Daftar Pustaka

- Anderson, J. R., & Feder, G. (2004). Agricultural extension: Good intentions and hard realities. *World Bank Research Observer*, 19(1), 41–60. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkh013>
- Bidarti, A., Minha, A., Husin, L., & Sari, S. N. (2024). Introduksi SIABI di Kalangan Ibu Rumah Tangga. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Manage*, 5(1), 45–54.
- Dirayati, F., Sari, R., & Purnomo, R. (2025). Perancangan dan Implementasi Sistem Smart Agriculture Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian. *Jurnal Media Informatika [Jumin]*, 6(2), 863–872.
- Elbehri, A., & Chestnov, R. (2021). Digital agriculture in action ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR AGRICULTURE. In *Digital agriculture in action*. Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Telecommunication Union. <https://doi.org/10.4060/cb7142en>
- Heron, J., & Reason, P. (2006). The Practice of Co-Operative Inquiry: Research “with” Rather than “on” People. In *Handbook of Action Research* (pp. 144–154). SAGE Publications, Thousand Oaks.
- Irdiana, E., Nurliza, & Kurniati, D. (2024). Optimalisasi Komunikasi Penyuluh Pertanian dalam Aktivitas Penyuluhan. *Jurnal Penyuluhan*, 20(01), 96–114. <https://doi.org/10.25015/20202445928>
- Kendall, H., Clark, B., Li, W., Jin, S., Jones, G. D., Chen, J., Taylor, J., Li, Z., & Frewer, L. J. (2022). Precision agriculture technology adoption: a qualitative study of small-scale commercial “family farms” located in the North China Plain. In *Precision Agriculture* (Vol. 23, Issue 1). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09839-2>
- Kganyago, M., Adjorlolo, C., Mhangara, P., & Tsoeleng, L. (2024). Optical remote sensing of crop biophysical and biochemical parameters: An overview of advances in sensor technologies and machine learning algorithms for precision agriculture.

- Computers and Electronics in Agriculture*, 218, 108730. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.108730>
- Klerkx, L., & Rose, D. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, 24, 100347. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>
- Lee, J. W. (2024). Diffusion of innovations. In *Encyclopedia of Sport Management, Second Edition*. <https://doi.org/10.4337/9781035317189.ch157>
- Manono, B. O., Khan, S., & Kithaka, K. M. (2025). A Review of the Socio-Economic, Institutional, and Biophysical Factors Influencing Smallholder Farmers' Adoption of Climate Smart Agricultural Practices in Sub-Saharan Africa. *Earth (Switzerland)*, 6(2), 1–21. <https://doi.org/10.3390/earth6020048>
- Mardikanto, T., & Soebianto, P. (2015). *Pemberdayaan Masyarakat : Dalam Perspektif Kebijakan Publik*. Alfabeta Bandung.
- Marianingsih, S., Achmad, R., Pieter, M. S. S., Manullang, E. V., Tayane, R. T., Widodo, W., Matdoan, M. R. I., Mursid, M., & Palumpun, Y. (2023). Digital-based human resources training for DPD KNPI Papua Province in the Tanah Tabi customary region. *Community Empowerment*, 8(7), 979–983. <https://doi.org/10.31603/ce.9351>
- Morchid, A., El Alami, R., Raezah, A. A., & Sabbar, Y. (2024). Applications of internet of things (IoT) and sensors technology to increase food security and agricultural Sustainability: Benefits and challenges. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(3), 102509. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102509>
- Nurainin, C., & Trilaksana, A. (2024). Pertanian Padi Kabupaten Jombang Jombang Masa Revolusi Hijau Tahun 1998 - 2010. *AVATRA: Jurnal Pendidikan Sejarah*, 15(1), 1–10.
- Pretty, J., & Bharucha, Z. P. (2014). Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of Botany*, 114(8), 1571–1596. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu205>
- Sukmasetya, P., Rochiyanto, A., Hidayat, C. N., Nafiah, A., & Sari, N. I. (2021). Implementasi Digital Branding sebagai Upaya Peningkatan Mutu Produksi Industri Kreatif Rumah Tangga. *Community Empowerment*, 6(3), 336–342. <https://doi.org/10.31603/ce.3793>
- Sumiardi, A., Effendi, R., & Rahmiyanti, S. (2025). Peningkatan Kemandirian Masyarakat Desa Walikukun Kecamatan Carenang Kabupaten Serang Melalui Optimasi Lahan Pertanian Berbasis Ecological Economics. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat /SENAMA*. <https://doi.org/10.30656/senama.v2i.111>
- Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A. G., De Souza Dias, B. F., Ezeh, A., Frumkin, H., Gong, P., Head, P., Horton, R., Mace, G. M., Marten, R., Myers, S. S., Nishtar, S., Osofsky, S. A., Pattanayak, S. K., Pongsiri, M. J., Romanelli, C., ... Yach, D. (2015). Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: Report of the Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health. *The Lancet*, 386(10007), 1973–2028. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60901-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1)
- Wisnubroto, K. (2024). Tantangan Besar, Asta Cita, dan Keberlanjutan Pembangunan. In *Portal Informasi Indonesia*.
- Yan, Y., Wang, Y., Li, J., Zhang, J., & Mo, X. (2025). Crop Yield Time-Series Data Prediction Based on Multiple Hybrid Machine Learning Models. *Applied and*

Computational Engineering, 133(1), 217–223. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/2025.20800>

Zulfikar, Abidah, I., & Zahro, A. Z. (2022). An index of student learning enthusiasm based on digital learning empowerment during the Covid-19 in Gondangmanis Village. *Community Empowerment*, 7(2), 261–271. <https://doi.org/https://doi.org/10.31603/ce.4517>

Zulfikar, Z., Munawarah, M., & Hariono, T. (2024). Test of Land Potential Sensor Tools Based on Biomass on Measurements of Temperature, Moisture, and Soil pH and Their Relationship to the Biomass Values in Marginal Land. *BIO Web of Conferences*, 91. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249101027>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
