

Implementasi Teknologi Ramah Lingkungan Terintegrasi Pada Budidaya Sayuran di Kelompok Tani Loponaek

Aloysius Rusae^{*1}, Melkysedik Bukifan², Remigius Binsasi³

¹, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan, Universitas Timor

², Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan, Universitas Timor

³ Program Studi Biologi, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan, Universitas Timor

*e-mail: alorusae74@gmail.com¹, melkybukifan@unimor.ac.id², binsasiremigius@gmail.com³

Received:	Revised:	Accepted:	Available online:
09.02.2026	13.03.2026	03.04.2026	26.04.2026

Abstract: *Strengthening farmers' capacity in border areas is essential to improve agricultural productivity and community food security. This community service program was conducted with the Loponaek Farmer Group in Oeolo Village, North Central Timor Regency, which faces challenges such as low vegetable productivity and limited adoption of sustainable farming technologies. The program aimed to enhance farmers' knowledge and skills through the application of environmentally friendly agricultural technologies. A participatory approach was applied through socialization, training, technology implementation, evaluation, and mentoring activities, including the use of organic fertilizers, agricultural waste utilization, and an IoT-based irrigation system. The results showed increased farmers' knowledge and skills in managing farming activities more efficiently and sustainably. The applied technologies have the potential to improve crop productivity and farmers' income, and may serve as a sustainable empowerment model for border farming communities.*

Keywords: *eco-friendly technology; Vegetable farming; community empowerment; Loponaek farmer group; Boundary.*

Abstrak: Peningkatan kapasitas petani di wilayah perbatasan menjadi langkah penting dalam mendukung produktivitas pertanian dan ketahanan pangan masyarakat. Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan pada Kelompok Tani Loponaek di Desa Oeolo, Kabupaten Timor Tengah Utara, yang menghadapi kendala berupa rendahnya hasil produksi sayuran serta keterbatasan pemanfaatan teknologi budidaya berkelanjutan. Pengabdian bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani melalui penerapan teknologi pertanian ramah lingkungan. Metode yang digunakan meliputi pendekatan partisipatif melalui kegiatan sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi dan Evaluasi serta pendampingan dalam penerapan pupuk organik, pemanfaatan limbah pertanian, serta penggunaan sistem irigasi berbasis IOT. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman dan keterampilan petani dalam mengelola usaha tani secara lebih efisien serta berorientasi lingkungan. Penerapan teknologi tersebut berpotensi meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani sehingga dapat menjadi model pemberdayaan masyarakat perbatasan yang berkelanjutan.

Kata kunci: Teknologi ramah lingkungan; Usahatani sayuran; Pemberdayaan masyarakat; Kelompok tani Loponaek; Perbatasan.

1. PENDAHULUAN

Desa Oeolo merupakan salah satu wilayah yang terletak di daerah perbatasan antara Republik Indonesia dan Timor Leste, tepatnya di Kecamatan Musi, Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU). Berdasarkan data (BPS, 2022), desa ini memiliki luas wilayah sekitar 17,5 km² dengan jumlah penduduk sebanyak 1.218 jiwa. Sebagian besar masyarakat di wilayah ini menggantungkan sumber penghidupan pada sektor pertanian dan peternakan, dengan persentase mencapai sekitar 92% dari total penduduk. Kondisi topografi yang bergelombang dan berada pada ketinggian lebih dari 700 meter di atas permukaan laut menyebabkan wilayah ini rentan terhadap keterbatasan air, terutama pada musim kemarau. Kondisi tersebut tidak hanya berdampak pada produktivitas pertanian, tetapi juga berkorelasi dengan permasalahan sosial seperti rendahnya ketahanan pangan, meningkatnya risiko stunting, serta terbatasnya kesejahteraan masyarakat pedesaan (Sariguna et al., 2022).

Meskipun demikian, Desa Oeolo memiliki potensi sumber daya alam yang cukup besar, khususnya pada sektor pertanian hortikultura (Dethan Nugraha et al., 2023). Kesuburan tanah memungkinkan pengembangan berbagai komoditas sayuran seperti terung, sawi, kangkung, tomat, dan cabai. Salah satu kelompok masyarakat yang aktif dalam kegiatan budidaya adalah Kelompok Tani Loponaek yang mengelola lahan seluas sekitar 2,5 hektare dengan jumlah anggota sebanyak 20

orang. Namun, dalam praktiknya, kegiatan usaha tani masih menghadapi berbagai kendala, antara lain keterbatasan sumber air irigasi, penggunaan pupuk dan pestisida kimia secara intensif, keterbatasan akses pasar, serta belum optimalnya manajemen usaha tani. Permasalahan tersebut berdampak pada rendahnya produktivitas lahan serta menurunnya efisiensi pemanfaatan sumber daya yang tersedia (Cowie Annette et al., 2024).

Upaya peningkatan produktivitas dan efisiensi usaha tani memerlukan pendekatan inovatif melalui penerapan teknologi pertanian yang terintegrasi dan ramah lingkungan. Salah satu teknologi yang berpotensi diterapkan adalah sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pengaturan volume dan waktu penyiraman secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman (Baru et al., 2026). Teknologi irigasi modern berbasis sensor diketahui mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga lebih dari 40% serta mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Muslim, n.d.). Selain itu, pemanfaatan limbah sayuran sebagai bahan baku pupuk organik cair (POC) merupakan alternatif yang efektif dalam meningkatkan kandungan unsur hara tanah sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik (Rt & Kota, 2025). Penggunaan pestisida nabati dari bahan alami seperti daun mimba, serai, dan bawang putih juga dilaporkan mampu mengurangi serangan hama secara efektif serta meminimalkan dampak negatif residu kimia terhadap lingkungan (Nurmawati et al., 2022).

Selanjutnya, integrasi kegiatan pertanian dengan budidaya ikan lele menjadi salah satu strategi yang potensial untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan diversifikasi usaha tani. Pendekatan pertanian terintegrasi seperti ini dinilai mampu meningkatkan produktivitas lahan, efisiensi penggunaan sumber daya, serta ketahanan pangan rumah tangga petani (Sayur & Kendal, 2025). Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan utama yang dihadapi oleh Kelompok Tani Loponaek di Desa Oeolo meliputi keterbatasan ketersediaan air untuk irigasi, tingginya ketergantungan terhadap pupuk dan pestisida kimia, serta belum diterapkannya sistem pertanian terintegrasi yang efisien dan berkelanjutan. Oleh karena itu, ruang lingkup kegiatan ini difokuskan pada penerapan teknologi irigasi tetes berbasis IoT, pembuatan pupuk organik cair, penggunaan pestisida nabati, serta integrasi budidaya ikan lele pada sistem usaha tani sayuran sedangkan tujuan pengabdian ini untuk menerapkan teknologi pertanian terintegrasi berbasis efisiensi sumber daya melalui penerapan sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT), pemanfaatan limbah sayuran sebagai pupuk organik cair (POC), penggunaan pestisida nabati sebagai alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan, serta pengembangan budidaya ikan lele sebagai upaya diversifikasi usaha dan peningkatan gizi dan ketahanan pangan masyarakat perbatasan.

2. METODE

Metode yang diterapkan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan partisipatif berbasis masyarakat (*community-based participatory approach*) yang dikombinasikan dengan pendampingan teknis secara berkelanjutan guna memastikan keterlibatan aktif masyarakat dalam setiap tahapan kegiatan (Peginusa et al., 2026). Kegiatan pengabdian dilaksanakan selama enam bulan, yaitu pada bulan Juli hingga Desember 2025, dengan total sepuluh kali pertemuan yang mencakup tahap sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, dan evaluasi. Setiap sesi kegiatan berlangsung selama satu sampai dua jam. Tahap awal dimulai dengan kegiatan sosialisasi yang melibatkan pemerintah desa dan anggota Kelompok Tani Loponaek. Kegiatan ini bertujuan untuk menyampaikan rencana program, manfaat yang diharapkan, serta mekanisme pelaksanaan kegiatan sehingga tercipta pemahaman bersama dan dukungan dari masyarakat sasaran. Tahap selanjutnya adalah pelatihan yang dilaksanakan secara praktik di lapangan untuk meningkatkan kemampuan teknis petani. Materi pelatihan mencakup pengenalan dan pengoperasian sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT), pembuatan pupuk organik cair dari sisa sayur sayuran dan buah buahan, formulasi pestisida nabati sereh, gringsingan dan daun mimba, serta teknik dasar penebaran dan pemeliharaan ikan lele sebagai bagian dari sistem usaha tani terintegrasi.

Penerapan teknologi dilakukan melalui instalasi sistem irigasi tetes berbasis IoT pada lahan pertanian kelompok tani. Sistem yang dirancang terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu sumber air, tangki penampung, pompa air, jaringan pipa distribusi utama dan pipa lateral, selang irigasi tetes (*drip line*), serta sensor kelembapan tanah yang terintegrasi dengan mikrokontroler berbasis IoT. Sensor kelembapan berfungsi untuk mendeteksi kadar air tanah secara berkala, kemudian data yang diperoleh dikirimkan ke unit pengendali sebagai dasar pengambilan keputusan. Ketika tingkat kelembapan tanah berada di bawah batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa untuk mengalirkan air melalui jaringan pipa hingga ke zona perakaran tanaman. Selain itu, sistem dilengkapi dengan modul komunikasi yang memungkinkan pemantauan kondisi tanah dilakukan secara *real-time* melalui perangkat telepon pintar, sehingga memudahkan petani dalam mengontrol penggunaan air secara lebih efisien.

Untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas implementasi teknologi, kegiatan dilanjutkan dengan pendampingan dan evaluasi secara berkala. Kegiatan ini mencakup pemantauan kinerja sistem irigasi, pemberian bimbingan teknis kepada petani, serta penilaian terhadap perubahan keterampilan dan hasil produksi pertanian. Evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi kendala yang muncul selama penerapan teknologi serta merumuskan rekomendasi perbaikan agar sistem dapat dimanfaatkan secara optimal oleh kelompok tani.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini dilaksanakan pada Bulan Juni 2025 sampai pada bulan desember 2025. Tahapan-tahapan yang dilakukan tim pengabdian untuk mencapai luaran dari kegiatan ini sebagai berikut:

a. Sosialisasi

Sosialisasi merupakan suatu proses dimana individu mempelajari, memahami, dan menginternalisasi nilai-nilai, norma, pengetahuan, keterampilan, serta pola perilaku yang berlaku dalam masyarakat atau kelompok sosial, sehingga individu mampu berperan, berinteraksi, dan beradaptasi dengan lingkungannya (Informasi et al., 2023). Sosialisasi dilaksanakan dengan melakukan pertemuan bersama Kepala Desa Oeolo dan 20 orang anggota kelompok Tani Loponaek tentang pemanfaatan teknologi ramah lingkungan terintegrasi. Dari hasil sosialisasi tampak kepala desa dan anggota kelompok tani sangat antusias dan mendukung penuh program pengabdian yang akan dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan bulan desember tahun 2025.



Gambar 1. Sosialisasi kepada Anggota Kelompok tani

b. Pelatihan

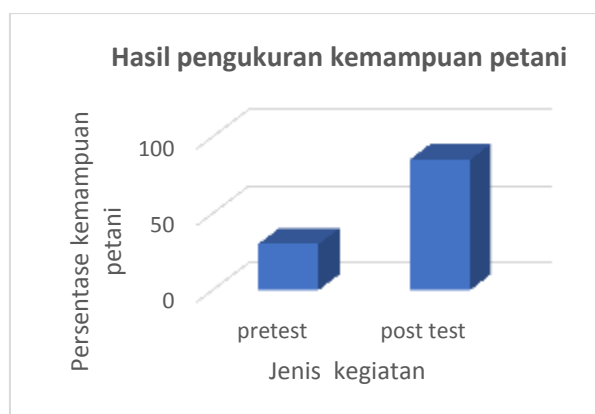
Pelatihan merupakan serangkaian aktivitas individu dalam meningkatkan keahlian dan pengetahuan secara sistematis sehingga mampu memiliki kinerja yang profesional dibidangnya (Journal et al., 2020). Pada tahap ini anggota kelompok tani dibekali dengan kegiatan pembekalan sebagai proses *transfer knowledge* kepada anggota kelompok tani Loponaek. Peserta memperoleh edukasi mengenai pentingnya penerapan teknologi ramah lingkungan yang terintegrasi dalam sistem usahatani sayuran seperti cara pembuatan pupuk organik dari sisa sayur-sayuran, cara pembuatan

pestida dari Sareh, Daun Mimba dan Gringsingan, cara pemasangan irigasi tetes dan cara budidaya sayuran dan budidaya lele serta manajemen usahatani. Seluruh kegiatan dilaksanakan di rumah Alexander Tefa yang merupakan ketua kelompok tani sebagai pusat pelatihan.



Gambar 2. Pelatihan kepada Anggota Kelompok tani

Sebelum penyampaian materi utama, peserta terlebih dahulu mengikuti kegiatan pre-test untuk mengetahui tingkat pengetahuan awal terkait materi yang akan diberikan. Setelah seluruh rangkaian sosialisasi dan pelatihan selesai, peserta kembali diberikan post-test untuk menilai perubahan tingkat pemahaman. Evaluasi keberhasilan kegiatan dilakukan dengan membandingkan skor rata-rata hasil pre-test dan post-test. Instrumen evaluasi yang digunakan berupa kuesioner terstruktur yang diikuti oleh 20 anggota Kelompok Tani Loponaek. Kuesioner tersebut terdiri atas empat aspek utama, yaitu: (1) pengetahuan pembukuan usaha tani yang terdiri atas 4 butir pertanyaan; (2) keterampilan dan praktik usaha tani sebanyak 3 butir pertanyaan; (3) sikap dan kebiasaan dalam pengelolaan usaha tani sebanyak 2 butir pertanyaan; serta (4) hambatan dan harapan terhadap penerapan teknologi sebanyak 3 butir pertanyaan. Seluruh pertanyaan disusun menggunakan skala Likert lima tingkat, yaitu sangat tidak setuju, tidak setuju, ragu-ragu, setuju, dan sangat setuju. Hasil evaluasi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, menunjukkan adanya peningkatan tingkat pemahaman peserta dari 30% pada tahap awal menjadi 85% setelah pelaksanaan kegiatan. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa kegiatan sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan yang dilaksanakan memberikan dampak positif terhadap peningkatan pengetahuan dan kesiapan peserta dalam mengelola usaha tani secara lebih efektif.



Gambar 3. Hasil Pengukuran (%) kemampuan petani dalam mengikuti pelatihan

c. Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan Terintegrasi

Teknologi irigasi tetes merupakan salah satu metode pemberian air ke tanaman pada zona perakarannya melalui suatu alat yg disebut *emitter* baik yang tunggal maupun berbentuk selang berlubang (Hani et al., 2025). Penerapan teknologi irigasi tetes di lokasi pengabdian masyarakat

seluas 0,25 Ha terbukti meningkatkan efisiensi pemanfaatan air melalui distribusi yang lebih merata dan terarah ke zona perakaran tanaman. Sistem ini mampu mengurangi kehilangan air hingga sekitar 40% dibandingkan metode penyiraman manual, sekaligus menjaga kestabilan kelembapan tanah. Di sisi lain, pelatihan pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) berbahan sisa sayuran mendorong petani untuk memanfaatkan limbah organik lokal melalui proses fermentasi dengan inokulan lokal. Pemanfaatan POC secara teratur berkontribusi terhadap peningkatan kesuburan tanah dan menurunkan ketergantungan petani pada pupuk kimia hingga 30% (Aulia & Bizurai, n.d.). Upaya ini diikuti dengan pelatihan pembuatan pestisida organik berbahan serai, daun mimba, dan gringsing yang terbukti efektif mengendalikan serangan hama ulat pada tanaman cabai, bahkan lebih baik dari pada penggunaan pestisida kimia dosis rendah. Selain menekan risiko pencemaran tanah, pendekatan ini memperkuat praktik budidaya yang lebih ramah lingkungan serta memperluas wawasan petani terhadap pengelolaan hama berkelanjutan (Hidayah et al., 2024). Penerapan teknologi terintegrasi dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. (a) Pemasangan selang irigasi tetes; (b) Pemasangan solar cell; (c) Pemasangan IOT; (d) pembuatan pestisida organik; (e) produk pupuk organik cair dan pestisida organik; (f) penebaran lele

d. Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan melalui bimbingan teknis dan monitoring rutin pada penerapan sistem irigasi tetes berbasis IoT, pembuatan pupuk organik cair (POC), pestisida organik, serta budidaya ikan lele. Kegiatan ini bertujuan memastikan teknologi diterapkan dengan benar sekaligus meningkatkan keterampilan petani dalam mengelola usaha tani secara mandiri.

Evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas penerapan teknologi terhadap kinerja budidaya. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan efisiensi penggunaan air, pengurangan penggunaan input kimia, serta meningkatnya penerapan praktik pertanian ramah lingkungan. Selain itu, integrasi budidaya lele memberikan tambahan manfaat dalam mendukung diversifikasi pendapatan petani.

Peningkatan kinerja budidaya juga terlihat dari hasil produksi sayuran. Sebelum kegiatan, produksi berkisar antara 5–8 ton per musim dengan rata-rata sekitar 6,5 ton. Setelah penerapan teknologi dan pendampingan, produksi meningkat menjadi 7–10 ton per musim dengan rata-rata 8,5 ton, atau mengalami kenaikan sekitar 30,8%. Hasil pendampingan disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil pendampingan kegiatan pengabdian masyarakat

4. KESIMPULAN

Program pengabdian di Desa Oeolo berhasil mengintroduksi teknologi tepat guna yang sesuai dengan kebutuhan petani. Penerapan irigasi tetes berbasis IoT meningkatkan efisiensi penggunaan air, sementara pupuk organik cair dan pesisida nabati menjadi alternatif ramah lingkungan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan kimia. Diversifikasi usaha melalui budidaya ikan lele terintegrasi membuka peluang pendapatan tambahan dan memperkuat ketahanan pangan. Dari sisi kelembagaan, kegiatan ini memperkuat kapasitas kelompok tani melalui pelatihan manajemen usaha dan pendampingan intensif. Secara keseluruhan, program ini tidak hanya menyelesaikan persoalan teknis, tetapi juga mendorong produktivitas, kemandirian, dan penguatan sistem pertanian berkelanjutan di kawasan perbatasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) KEMENDIKTISAINTEK atas dukungan pendanaan yang telah diberikan dalam pelaksanaan kegiatan PKM tahun 2025. Bantuan tersebut tidak hanya memungkinkan terselenggaranya program secara optimal, tetapi juga berkontribusi nyata dalam penguatan kapasitas akademik, pengembangan iptek, serta pemberdayaan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, M., & Bizurai, T. (n.d.). *PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DI KAMPUNG GUNUNG INDAH RT 04*.
- Baru, C., Maros, K., Samad, P. I. S., & Jayadi, K. (2026). *Penerapan Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT untuk Meningkatkan Produktivitas Cabai di Dusun Matanre, Desa. 9*(1), 86–95.
- BPS, 2022. Badan Pusat Statistik Kabupaten Timor Tengah Utara
- Hani, S., Santoso, G., Rusianto, T., Baodai, A. R., & Fauzi, R. (2025). *Penerapan Teknologi Irigasi Tenaga Surya Berbasis IoT Untuk Pembedayaan Petani Di Desa Wonokromo Kabupaten Bantul Implementation of IoT-Based Solar Powered Irrigation Technology for Farm Empowerment in Wonokromo Village, Bantul Regency. 8*(4), 328–340.
- Hidayah, N., Rahma, N., Amelia, R., Kumala, R., Meliandika, O., & Asmadi, T. (2024). *Pemanfaatan Daun Mimba (Azadirachta indica) Sebagai Pestisida Nabati Dalam Mengatasi Masalah Hama di Desa Gondang Kecamatan Gangga Kabupaten Lombok Utara*.
- Informasi, K., Salam, S., Talmullah, A. Z., Agung, R., & Utami, A. (2023). *Pentingnya Sosialisasi Guna Meningkatkan Pemahaman. 2*(10), 1215–1219.
- Journal, I., Putranto, I., Eliyani, C., Yulianti, R. M., Widodo, S., & Kunci, K. (2020). *Jurnal Pengabdian*

- kepada Masyarakat Pelatihan Manajemen dan Kepemimpinan Karang Taruna Kelurahan Pamulang Timur Kecamatan Pamulang Tangerang Selatan. 1(1), 23–38.*
- Masyarakat, J. P., Mipa, P., Erni, R., Adu, Y., Kolo, M. M., & Floresda, N. K. (2023). Available online at: <http://journal.uny.ac.id/index.php/jpmmp>. 7(1), 8–15.
- Muslim, R. (n.d.). *Edukasi dan Implementasi Sistem Irigasi Tetes Inovatif Berbasis IoT untuk Siswa Sekolah Menengah*. 15–22. <https://doi.org/10.24853/jpmt.8.1.15-22>
- No Title. (2024). Cowie, A., Grunbuhel, C., Tan, D., Touch, V. (2024). Smallholder Farmers Challenges and Opportunities: Implications For Agricultural Production, Environment and Food Security, Australian: Journal of Environmental Management. 370.122536
- Nurmawati, A., Anggraeni, I. F., Raditya, D. W., & Sandhi, N. (2022). *Pengenalan Pemanfaatan Ekstrak Serai Wangi sebagai Pestisida Organik di Desa Bocek Karangploso Malang*. 3(1), 110–116. <https://doi.org/10.29408/ab.v3i1.5844>
- Peginusa, S. S., Willar, D., Senduk, N., Waney, E. V. Y., Mandang, D. J. F., & Baco, D. A. (2026). *Penerapan IPTEK bagi Masyarakat melalui Pembangunan Tempat Pengolahan Sampah Plastik di Desa Wisata Darunu*. 6(2), 887–896. <https://doi.org/10.59395/altifani.v6i2.1104>
- Rt, O., & Kota, D. I. (2025). *Pupuk organik cair, solusi tepat pemanfaatan limbah organik rt di kota kupang*. 6(2), 2606–2611.
- Sariguna, P., Kennedy, J., Tobing, S. J. L., Lumbantoruan, R., Nomleni, A., & Lina, S. (2022). *Peningkatan Pemahaman Mengenai Program Ketahanan Pangan di Kabupaten Malaka pada Perbatasan Negara antara Indonesia dan Timor Leste*. 5(3), 122–132.
- Sayur, B., & Kendal, K. (2025). *Penguatan Ketahanan Pangan dan Pencegahan Stunting melalui*. 5(2), 558–565. <https://doi.org/10.54259/pakmas.v5i2.4058>