Suluh Pembangunan: Journal of Extension and Development **ISSN (print) 2714-8351**
Vol. 07 No. 02, Agustus 2025, Hal 112-124 **ISSN (online) 2686-1488**

Analisis Korelasi Karakteristik Inovasi dengan Adopsi Pengendalian OPT Ramah Lingkungan pada Usahatani Cabai di Kabupaten Manokwari, Papua Barat

Correlation Analysis of Innovation Characteristics and the Adoption of Environmentally Friendly Pest Control in Chili Farming in Manokwari Regency, West Papua, Indonesia

Oleh:
Triman Tapi[1*], Mikhael[1], Mathius Tapi[2]
[1] Program Studi Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan, Jurusan Penyuluhan Pertanian, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari
Jl. SPMA Reremi, Manokwari,98312, Papua Barat, Indonesia
[2] Dinas Pertanian, Peternakan, Perkebunan, Ketahanan Pangan, dan Hortikultura Kabupaten Manokwari
Jl. Percetakan Sanggeng, Manokwari, 98312, Papua Barat, Indonesia
[*]*email: 3manstppmkw17@gmail.com*

Received: June 25, 2025; Revised: June 30, 2025; Accepted: July 26, 2025

ABSTRAK

Tingkat adopsi pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT) ramah lingkungan oleh petani cabai masih rendah, meskipun pendekatan ini telah terbukti efektif secara ekologis dan agronomis. Sebagian besar studi sebelumnya berfokus pada efektivitas teknologi atau faktor struktural seperti akses input, namun belum banyak yang mengeksplorasi secara empiris bagaimana persepsi petani terhadap karakteristik inovasi berperan dalam proses adopsi, khususnya di konteks wilayah marjinal seperti Papua Barat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara lima karakteristik inovasi (keuntungan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, Trialabilitas, dan observabilitas) dengan tingkat adopsi pengendalian OPT ramah lingkungan pada usahatani cabai. Pendekatan *mixed methods* digunakan, melibatkan 45 responden yang dipilih melalui *stratified random sampling*, serta enam informan kunci yang ditentukan secara purposif. Data kuantitatif dikumpulkan melalui kuesioner berbasis skala *Likert* dan dianalisis dengan uji korelasi *Rank Spearman*, sedangkan data kualitatif diperoleh melalui wawancara mendalam dan observasi lapangan, lalu dianalisis secara tematik. Hasil analisis menunjukkan bahwa kompatibilitas ($r = 0{,}893$; $p < 0{,}05$), trialabilitas ($r = 0{,}585–0{,}985$; $p < 0{,}05$), dan observabilitas ($r = 0{,}599–0{,}649$; $p < 0{,}05$) memiliki korelasi positif signifikan dengan tahapan adopsi, sedangkan kompleksitas tidak berpengaruh nyata. Menariknya, proses adopsi diwarnai oleh faktor psikososial seperti trauma kegagalan inovasi sebelumnya dan ketergantungan sosial terhadap opini pemimpin informal. Penelitian ini menawarkan kontribusi empiris pada teori difusi inovasi dengan menekankan pentingnya konteks lokal dan persepsi risiko dalam membentuk keputusan adopsi. Rekomendasi mencakup strategi pendampingan yang berbasis pengalaman kolektif petani, peningkatan visibilitas manfaat melalui demonstrasi adaptif, dan reposisi agen penyuluh sebagai fasilitator sosial, bukan sekadar sumber informasi teknis.

Kata kunci: adopsi inovasi, pengendalian ramah lingkungan, karakteristik inovasi, petani cabai

ABSTRACT

Despite the proven ecological and agronomic benefits of environmentally friendly pest control, its adoption among chili farmers remains limited. Existing studies have primarily emphasized technological efficacy or structural constraints such as input access, while empirical investigations on how farmers' perceptions of innovation characteristics influence adoption particularly in under-researched regions like

West Papua remain scarce. This study aims to analyze the relationship between five core innovation attributes (relative advantage, compatibility, complexity, trialability, and observability) and the adoption stages of sustainable pest control practices in chili farming. A mixed-methods approach was employed, combining quantitative data from 45 stratified randomly selected respondents with qualitative insights from six purposively chosen key informants. Innovation perception and adoption levels were measured using a structured Likert-scale questionnaire and analyzed using Spearman rank correlation. Qualitative data were collected through in-depth interviews and field observations, then thematically analyzed. The findings showed that compatibility ($r = 0.893$; $p < 0.05$), trialability ($r = 0.585–0.985$; $p < 0.05$), and observability ($r = 0.599–0.649$; $p < 0.05$) were positively and significantly correlated with adoption stages, whereas complexity was not significantly associated. Notably, psychosocial dynamics such as collective memory of past innovation failures and reliance on informal leaders' opinions emerged as critical factors influencing adoption decisions. This study contributes to the innovation diffusion literature by highlighting the contextual and psychosocial dimensions of adoption processes, particularly in marginal agricultural settings. Policy recommendations include participatory extension strategies grounded in farmers' collective experiences, adaptive field demonstrations emphasizing observable benefits, and repositioning extension agents as social facilitators rather than solely technical informants.

***Keywords**: innovation adoption, environmentally friendly pest control, innovation characteristics, chili farmers*

PENDAHULUAN

Pertanian cabai memiliki peranan strategis dalam perekonomian global, termasuk di Indonesia. Tingginya permintaan pasar menjadikan cabai sebagai komoditas bernilai ekonomi tinggi serta berpotensi sebagai produk ekspor. Namun, budidaya cabai menghadapi tantangan serius akibat serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT), seperti hama dan penyakit, yang dapat menyebabkan penurunan hasil panen hingga kegagalan total. Dampak dari serangan OPT ini tidak hanya mengancam ketahanan pangan, tetapi juga menurunkan pendapatan petani. Indonesia merupakan salah satu produsen cabai terbesar di dunia, tetapi produktivitasnya masih tergolong rendah dibandingkan dengan negara produsen lain. Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap rendahnya produktivitas adalah penggunaan pestisida sintetis secara berlebihan dan tidak bijaksana. Penggunaan yang tidak terkendali ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, gangguan pada organisme non-target, serta ketidakseimbangan ekosistem yang pada akhirnya dapat merugikan pertanian jangka panjang (Dhaifulloh et al., 2024; Jha & Jha, 2024; Sruthy et al., 2024).

Sejalan dengan hal tersebut, upaya pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) dalam budidaya cabai memerlukan pendekatan yang tidak hanya efektif secara agronomis, tetapi juga berkelanjutan secara ekologis. Pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menjadi solusi strategis karena menggabungkan teknik budidaya, penggunaan varietas tahan, pengendalian hayati, dan pestisida selektif dalam satu kerangka yang saling mendukung. Zulfahmi et al.(2024) melaporkan bahwa penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada tanaman hortikultura di Pekon Sidokaton berhasil meningkatkan kesadaran petani terhadap teknik pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang ramah lingkungan, serta menurunkan ketergantungan pada pestisida kimia konvensional. Penerapan PHT terbukti mampu menekan populasi hama tanpa menyebabkan gangguan berarti terhadap keseimbangan ekologis, sekaligus mengurangi ketergantungan pada pestisida sintetis (Gea et al., 2024; Indiati & Marwoto, 2017).

Selain itu, Apriliyanto (2022) menunjukkan bahwa transfer teknologi pengendalian OPT menggunakan pestisida hayati pada budidaya bawang putih dapat meningkatkan efektivitas pengendalian hama serta mendorong petani untuk mengadopsi praktik pertanian ramah lingkungan. Lebih

jauh, inovasi pengendalian ramah lingkungan seperti penggunaan agens hayati *Trichoderma spp.* dan *Beauveria bassiana* telah menunjukkan efektivitas dalam mengendalikan patogen penyebab penyakit tanaman cabai serta meningkatkan kesehatan tanah secara keseluruhan (Rachmawatie et al., 2022; Salaki & Pelealu, 2019). Dengan demikian, transformasi pendekatan dari intervensi kimiawi menuju pendekatan integratif dan ekologis bukan sekadar alternatif, melainkan kebutuhan strategis sebagaimana ditegaskan dalam teori difusi inovasi Rogers (2003), bahwa keberlanjutan adopsi teknologi pertanian sangat ditentukan oleh kesesuaian inovasi dengan tuntutan ekologis dan sosial masyarakat.

Meskipun berbagai inovasi pengendalian OPT ramah lingkungan telah dikembangkan dan disosialisasikan di tingkat nasional, tingkat adopsinya di wilayah marginal seperti Papua Barat tetap rendah. Kondisi ini mengindikasikan adanya *mismatch* antara karakteristik inovasi yang ditawarkan dengan kebutuhan, persepsi, dan realitas sosial-ekonomi petani lokal. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih menitikberatkan pada faktor struktural seperti akses informasi, dukungan kelembagaan, atau insentif eksternal, sementara kajian yang secara khusus menganalisis peran persepsi petani terhadap karakteristik inovasi, meliputi keuntungan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, Trialabilitas, dan observabilitas (Rogers, 2003), dalam konteks spesifik wilayah timur Indonesia, termasuk Kabupaten Manokwari, masih sangat terbatas. Keterbatasan bukti empiris inilah yang menjadi celah penelitian yang berupaya diisi oleh studi ini.

Fenomena *mismatch* tersebut tampak nyata di Kampung Desay, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari, di mana ketergantungan petani cabai pada pestisida dan pupuk kimia tetap dominan. Rendahnya adopsi inovasi ramah lingkungan di wilayah ini setidaknya dipengaruhi oleh tiga faktor utama: (1) rendahnya pemahaman petani mengenai dampak negatif pestisida sintetis terhadap kesehatan dan keseimbangan ekosistem, (2) terbatasnya akses terhadap teknologi pengendalian OPT yang terjangkau dan sesuai dengan kondisi agroekologi setempat, serta (3) tekanan pasar yang lebih menekankan pada penampilan fisik komoditas daripada kualitas ekologi produksinya. Kombinasi faktor-faktor ini tidak hanya mempertahankan ketergantungan terhadap input kimia, tetapi juga memperjelas manifestasi konkret dari *mismatch* inovasi yang menjadi tantangan khas adopsi teknologi pertanian di Papua Barat.

Berdasarkan tantangan rendahnya adopsi inovasi dan adanya *mismatch* antara karakteristik inovasi dengan realitas sosial-ekonomi petani yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini dirancang untuk menjawab tiga fokus utama. Pertama, menganalisis tahapan adopsi petani cabai di Kampung Desay, Manokwari, Papua Barat terhadap teknologi pengendalian OPT ramah lingkungan, dengan penekanan pada dinamika lokal di wilayah studi seperti Kampung Desay. Kedua, mengidentifikasi persepsi petani terhadap lima karakteristik inovasi sebagaimana dirumuskan dalam teori *Diffusion of Innovations* (Rogers, 2003) yakni keunggulan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, kemampuan uji coba (*trialability*), dan kemudahan pengamatan (*observability*) yang selama ini menjadi determinan kritis dalam proses adopsi. Ketiga, menguji hubungan antara persepsi petani terhadap karakteristik inovasi tersebut dengan tingkat adopsinya dalam usahatani cabai.

Secara teoretis, penelitian ini mengisi celah literatur dengan menguji relevansi dan validitas teori *Diffusion of Innovations* pada konteks sosio-kultural petani di Kabupaten Manokwari, Papua Barat yang memiliki karakteristik unik dan relatif belum terwakili dalam kajian adopsi inovasi pertanian. Temuan dari studi ini diharapkan dapat memperkaya pemahaman akademis mengenai interaksi antara karakteristik inovasi dan faktor-faktor lokal seperti preferensi pasar, modal sosial komunitas, serta keterbatasan akses teknologi yang telah

diidentifikasi sebelumnya. Secara praktis, hasil penelitian memberikan dasar empiris bagi perumusan strategi penyuluhan pertanian yang berorientasi pada persepsi dan kebutuhan petani marginal, serta mendukung perancangan kebijakan promosi teknologi yang adaptif terhadap realitas sosial-ekologis Papua Barat, termasuk tantangan spesifik seperti ketergantungan pada input kimia dan tekanan pasar yang kuat.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kampung Desay, Kabupaten Manokwari (Maret-Mei 2024), lokasi dipilih berdasarkan survei pendahuluan yang menunjukkan tingginya ketergantungan petani cabai pada input kimia dan potensi pengembangan pengendalian OPT ramah lingkungan

Penelitian menggunakan desain *mixed methods* tipe *convergent parallel* (Creswell & Plano Clark, 2018) untuk secara simultan menguji hubungan statistik dan menggali konteks sosio-kultural Papua Barat. Pemilihan desain ini didasarkan pada tiga pertimbangan: (1) kebutuhan memahami kompleksitas fenomena adopsi inovasi melalui pembuktian kuantitatif dan eksplorasi kualitatif, (2) efisiensi pengumpulan data di lokasi terpencil, dan (3) penerapan triangulasi guna meningkatkan validitas temuan.

Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur hubungan antara karakteristik inovasi dan tahapan adopsi menggunakan uji korelasi Rank Spearman, sedangkan pendekatan kualitatif digunakan untuk mengeksplorasi faktor-faktor lokal yang sulit diukur secara statistik, seperti pengaruh pemimpin informal, preferensi pasar, dan pengalaman kolektif kegagalan inovasi. Kedua jenis data dikumpulkan secara paralel dan dianalisis terpisah, kemudian diintegrasikan pada tahap interpretasi. Integrasi dilakukan menggunakan strategi *convergent merging*, yaitu membandingkan dan menggabungkan temuan kuantitatif dan kualitatif untuk mencari konvergensi, perbedaan, dan elaborasi temuan.

Data penelitian terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer meliputi: (1) karakteristik sosial ekonomi petani, (2) tingkat adopsi inovasi pengendalian OPT ramah lingkungan, (3) persepsi petani terhadap karakteristik inovasi, dan (4) faktor-faktor yang memengaruhi proses adopsi. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait berupa data monografi wilayah, statistik pertanian, dan profil kelompok tani. Populasi penelitian adalah petani cabai yang tergabung dalam kelompok tani di Kampung Desay dengan total 82 orang dari empat kelompok tani. Penentuan ukuran sampel menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan 10%, sehingga diperoleh 45 responden. Teknik pengambilan sampel menggunakan *stratified probability random sampling* berdasarkan strata luas lahan garapan untuk memastikan representativitas. Selain itu, dipilih enam informan kunci menggunakan *purposive sampling* yang terdiri dari Kepala Kampung, Staf Balai Penyuluhan Pertanian, dan Ketua Kelompok Tani untuk memperkaya data kualitatif.

Instrumen kuesioner disusun berdasarkan lima dimensi karakteristik inovasi menurut Rogers (2003) yakni *keunggulan relatif*, *kompatibilitas*, *kompleksitas*, *trialability*, dan *observabilitas;* yang telah disesuaikan dengan konteks sosio-kultural Papua Barat melalui *expert judgment* oleh dua dosen ahli penyuluhan pertanian dan satu penyuluh senior setempat. Tingkat adopsi diukur berdasarkan lima tahapan proses adopsi (*awareness*, *interest*, *evaluation*, *trial*, *adoption*) menggunakan skala Likert lima poin. Uji validitas konstruk dilakukan menggunakan analisis korelasi item-total dengan kriteria $r \geq 0{,}30$, sedangkan reliabilitas diukur menggunakan Cronbach's Alpha berkisar antara 0,71–0,85.

Penelitian dilaksanakan melalui empat tahapan: (1) tahap persiapan (penyusunan instrumen, uji validitas dan reliabilitas, koordinasi dengan *stakeholder* lokal); (2) tahap pengumpulan data primer (kuesioner terstruktur, wawancara mendalam, observasi

lapangan); (3) tahap pengumpulan data sekunder; dan (4) tahap analisis data dan penyusunan laporan penelitian. Seluruh tahapan dilakukan dengan memperhatikan etika penelitian, termasuk memperoleh persetujuan setelah penjelasan (*informed consent*) dari responden.

Data dianalisis secara deskriptif (tabel distribusi frekuensi, persentase) dan inferensial menggunakan uji korelasi Rank Spearman. Pemilihan uji Spearman dipertimbangkan karena: (1) ukuran sampel (n=45) tidak memenuhi asumsi analisis multivariat, (2) penelitian berfokus pada eksplorasi hubungan antarvariabel tanpa membangun model prediksi, dan (3) variabel perancu ditangani melalui pendekatan kualitatif. Analisis konten terhadap data kualitatif digunakan untuk memperkaya temuan kuantitatif, misalnya menjelaskan rendahnya *trialability* melalui pengalaman kolektif kegagalan inovasi. Seluruh analisis dilakukan dengan SPSS versi 25 pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Sumber Daya Manusia dan Sektor Pertanian di Kampung Desay

Kampung Desay, locus penelitian ini, terletak di Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat, dengan populasi 3.267 jiwa (BPS Kabupaten Manokwari, 2024). Komposisi demografi didominasi oleh kelompok usia pendidikan (15–24 tahun) sebesar 59,7%, memberikan peluang strategis untuk pengembangan kapasitas sumber daya manusia (SDM) di sektor pertanian. Potensi ini dapat dioptimalkan melalui pendidikan terarah, pelatihan berkelanjutan, dan penerapan inovasi teknologi yang sesuai dengan kebutuhan lokal. Generasi muda, dengan kreativitas dan kemampuan adaptasi tinggi, berpotensi menjadi agen perubahan yang mendorong nilai tambah produk pertanian melalui efisiensi pengolahan, penguatan *branding*, dan strategi pemasaran inovatif (Lakitan, 2019; Rachmawati & Gunawan, 2020).

Sektor pertanian tetap menjadi mata pencaharian utama, meskipun sektor non-pertanian seperti jasa dan perdagangan mulai berkembang. Dari total luas wilayah 1.074 hektar, 54,85% digunakan untuk perkebunan dan 21,50% untuk lahan sawah. Ekspansi sawah sebesar 93 hektar pada tahun 2016 mencerminkan peningkatan intensifikasi pertanian. Komoditas utama adalah padi sawah dan jagung, yang mendapat dukungan program pemerintah seperti UPSUS PAJALE, ketersediaan alsintan modern, serta peran kelembagaan petani yang aktif dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha tani.

Karakteristik Responden dan Kondisi Usaha Tani Cabai Di Kampung Desay

Penelitian ini melibatkan 45 petani responden di Kampung Desay, sebagian besar berada dalam rentang usia produktif (15-64 tahun), dengan tingkat pendidikan formal yang bervariasi, mulai dari tidak bersekolah hingga jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA). Seluruh responden mengelola lahan sawah dengan luas antara 0,6 hingga 1 hektar, dan hampir seluruhnya memiliki pengalaman dalam budidaya cabai, dengan 60% di antaranya telah terlibat dalam usaha tani cabai selama lebih dari 10 tahun.

Meskipun tingkat pendidikan formal relatif rendah, keterampilan bertani mereka terus berkembang melalui pendidikan informal, seperti pelatihan, penyuluhan pertanian, serta pengalaman langsung dalam bercocok tanam. Namun, hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa usaha budidaya cabai di wilayah ini masih dianggap sebagai usaha sampingan. Keterbatasan modal menjadi faktor utama yang menghambat ekspansi dan pengembangan lebih lanjut dari usaha tani cabai di Kampung Desay.

Sebagai gambaran lebih rinci mengenai karakteristik responden petani dalam penelitian ini, Tabel 1 menyajikan data mengenai usia, tingkat pendidikan, luas

lahan, dan lama bertani petani responden di Kampung Desay pada tahun 2025.

Tabel 1.
Karakteristik responden petani cabai di Kampung Desay tahun 2025

No	Karakteristik	Kategori	Responden (orang)	(%)
1	Umur	- Produktif	41	91
		- Tidak Produktif	4	8
2	Tingkat Pendidikan	- Tidak sekolah-SD	23	51
		- SLTP/SMP	16	35
		- SLTA/SMA	6	14
		- Perguruan Tinggi	-	-
3	Luas Lahan	- < 0,5 Ha		
		- 0,5-1 Ha	45	100
		- >1Ha		
4	Lama Bertani	<5 Tahun	-	-
		- 5-10 Tahun	18	40
		- >10 Tahun	27	60

Sumber: Data primer yang diolah, 2025

Tingkat Adopsi Inovasi

Hasil pengukuran tingkat adopsi inovasi pengendalian OPT ramah lingkungan menunjukkan rata-rata skor keseluruhan berada pada kategori sedang, dengan nilai *mean* berkisar antara 2,87 hingga 3,54, *median* antara 2,85 hingga 3,55, dan simpangan baku (*SD*) antara 0,68 hingga 0,76. Ringkasan statistik per tahap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Ringkasan Statistik Tahap Adopsi

Tahap Adopsi	Mean	Median	SD
Awareness	3.45	3.40	0.68
Interest	3.54	3.55	0.72
Evaluation	3.32	3.30	0.70
Trial	2.87	2.85	0.76
Adoption	3.10	3.10	0.71

Sumber: Data primer yang diolah, 2025

Analisis tren antartahapan menunjukkan bahwa skor tertinggi terjadi pada tahap *interest* (3,54), yang merefleksikan tingginya minat awal petani terhadap inovasi pengendalian OPT ramah lingkungan. Namun, skor tersebut mengalami penurunan pada tahap *evaluation* (3,32) dan penurunan paling tajam pada tahap *trial* (2,87), mengindikasikan adanya hambatan signifikan ketika petani mulai mencoba teknologi tersebut. Temuan kualitatif mengidentifikasi bahwa hambatan adopsi dipicu oleh kekhawatiran risiko kegagalan, keterbatasan dukungan teknis selama implementasi, serta biaya awal yang memberatkan. Meskipun demikian, analisis kuantitatif menunjukkan bahwa skor adopsi kembali meningkat menjadi 3,10 pada tahap penerapan penuh, mengindikasikan bahwa petani yang berhasil melewati fase percobaan cenderung melanjutkan penggunaan teknologi secara konsisten.

Namun, peningkatan ini belum cukup untuk mencapai adopsi penuh, karena mayoritas responden (71%) masih berada pada kategori netral dalam tahap penerapan, menunjukkan keraguan dalam komitmen jangka panjang. Dinamika penurunan dan peningkatan skor antar tahap ini menguatkan pandangan bahwa keberhasilan adopsi inovasi tidak hanya ditentukan oleh minat awal, tetapi juga oleh dukungan yang berkesinambungan selama proses uji coba. Fenomena ini konsisten dengan temuan Gunawan et al. (2019) dan Taupiq et al. (2023), yang menegaskan bahwa efektivitas strategi komunikasi, keterlibatan aktif penyuluh sebagai agen perubahan, serta penyediaan media dan materi penyuluhan yang selaras dengan konteks sosial budaya petani merupakan faktor krusial dalam menjaga kelanjutan proses adopsi dari tahap *interest* hingga *adoption*.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tanpa adanya pendampingan yang memadai, petani cenderung belum memiliki kepercayaan diri untuk menguji inovasi secara langsung di lapangan. Temuan serupa diungkapkan oleh Ahmed et al. (2022), yang menyatakan bahwa keterbatasan pendampingan teknis serta lemahnya dukungan kelembagaan menjadi faktor utama rendahnya partisipasi petani dalam uji coba teknologi baru. Minimnya interaksi antara petani dan penyuluh semakin memperburuk keadaan, karena membatasi akses terhadap informasi dan bimbingan teknis yang esensial untuk mengurangi hambatan pada tahap *trial*.

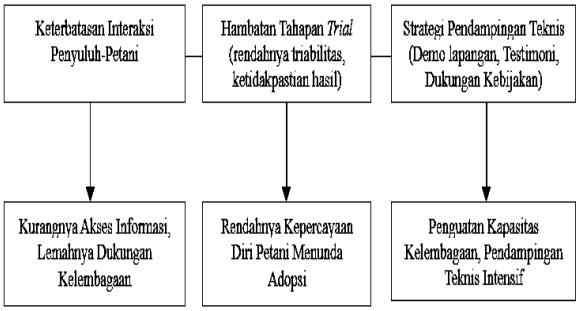
Kondisi ini menunjukkan pula bahwa tanpa adanya pendampingan yang memadai,

petani cenderung belum memiliki kepercayaan diri untuk menguji inovasi secara langsung di lapangan. Sebagaimana diungkapkan oleh Ahmed et al. (2022) yang menyatakan bahwa keterbatasan pendampingan teknis serta lemahnya dukungan kelembagaan menjadi faktor utama yang menyebabkan rendahnya partisipasi petani dalam uji coba teknologi baru. Dengan demikian, penguatan kapasitas kelembagaan dan intensifikasi pendampingan teknis menjadi sangat penting agar proses adopsi dapat berlangsung secara berkelanjutan.

Pada tahap *adoption*, sebagian petani memang mulai mengintegrasikan inovasi pengendalian OPT ramah lingkungan ke dalam sistem usahatani mereka, menjalankannya secara berkelanjutan, bahkan menunjukkan potensi untuk menyebarkannya kepada petani lain. Namun, temuan penelitian menunjukkan bahwa mayoritas responden masih berada pada fase pertimbangan, terutama karena tidakpastian hasil, keterbatasan sumber daya, dan kekhawatiran terhadap biaya maupun dampak jangka panjang. Kondisi ini diperparah oleh kurangnya pengalaman langsung dalam penerapan teknologi serta minimnya interaksi dengan penyuluh yang dapat memberikan bimbingan teknis.

Minimnya interaksi antara petani dan penyuluh menjadi temuan penting penelitian ini yang menawarkan nilai kebaruan (*novelty*) dalam diskursus adopsi inovasi di wilayah marginal. Hambatan pada tahap *trial* dan lambatnya transisi menuju *adoption* tidak hanya disebabkan oleh faktor teknis atau ekonomi, tetapi juga oleh lemahnya jaringan komunikasi dan dukungan kelembagaan di tingkat lokal. Keterbatasan ini membatasi akses petani terhadap informasi praktis, umpan balik, dan solusi adaptif yang dibutuhkan untuk mengurangi risiko kegagalan.

Dengan demikian, penguatan kapasitas kelembagaan penyuluhan dan intensifikasi pendampingan teknis menjadi kunci agar proses adopsi dapat berlangsung secara berkelanjutan. Strategi ini dapat diwujudkan melalui demonstrasi lapangan, testimoni petani yang berhasil, serta dukungan kebijakan dan insentif ekonomi, sebagaimana diperkuat oleh temuan Prihatin et al. (2018) yang menegaskan bahwa pendampingan teknis yang intensif mampu meningkatkan produktivitas dan keyakinan petani dalam mengadopsi teknologi baru.



Gambar 1.
Model Hubungan antara Keterbatasan Interaksi Penyuluh-Petani, Hambatan Tahap *Trial*, dan Strategi Pendampingan Teknis

Persepsi Petani Terhadap Sifat Inovasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persepsi petani terhadap sifat-sifat inovasi meliputi kompatibilitas, kompleksitas, Trialabilitas, dan observabilitas, memiliki pengaruh langsung terhadap dinamika proses adopsi inovasi pertanian.

Kompatibilitas (keselarasan). Nilai korelasi positif yang signifikan antara kompatibilitas dan seluruh tahapan adopsi, mulai dari *awareness* hingga *adoption* ($r = 0{,}814$-$0{,}893$; $p < 0{,}05$), menunjukkan bahwa semakin tinggi keselarasan inovasi dengan kondisi lokal, preferensi pasar, dan kebiasaan budidaya yang sudah ada, semakin kuat pula keterlibatan petani dalam setiap fase adopsi. Temuan ini menegaskan pula bahwa kompatibilitas bukan hanya memicu minat awal (*interest*), tetapi juga berperan mempertahankan komitmen petani hingga tahap penerapan penuh (*adoption*).

Namun, temuan ini juga mengindikasikan bahwa inovasi yang benar-benar kontekstual dan aplikatif di tingkat lapangan masih terbatas, sehingga meskipun keselarasan dapat memicu minat awal, ketiadaan inovasi yang sepenuhnya

teradaptasi dengan realitas lokal berpotensi menghambat transisi dari minat (*interest*) menuju penilaian (*evaluation*) dan percobaan (*trial*). Menurut Rogers (2003) kompatibilitas inovasi dengan nilai lokal adalah kunci adopsi. Teknologi yang "dipaksakan" tanpa adaptasi akan dianggap *incompatible*.

Kompleksitas (kerumitan). Hasil analisis menunjukkan bahwa kompleksitas memiliki hubungan positif yang signifikan dengan tahap *trial* ($r = 0{,}365$; $p < 0{,}05$). Artinya, persepsi petani terhadap tingkat kemudahan atau kerumitan suatu inovasi berperan langsung dalam menentukan kemauan mereka untuk melakukan uji coba di lapangan. Semakin rendah persepsi kerumitan, semakin besar kemungkinan petani bersedia mencoba teknologi tersebut.

Data kualitatif memperjelas bahwa hambatan ini banyak dipengaruhi oleh minimnya pengalaman langsung dalam mengaplikasikan teknologi pengendalian OPT ramah lingkungan, rendahnya intensitas pendampingan teknis, serta keterbatasan sumber daya yang membuat petani enggan mengambil risiko. Hasil wawancara dengan petani responden menyampaikan bahwa meskipun memahami konsep penggunaan agens hayati sebagai pengendali hama, ia ragu untuk mencobanya karena prosedur persiapan dan aplikasi dianggap terlalu rumit dibandingkan menyemprot pestisida kimia yang sudah biasa dilakukan. Pengalaman turun-temurun dalam bercocok tanam, yang mengandalkan metode sederhana dan terbukti aman secara sosial-ekologis, membuat inovasi baru yang memiliki tahapan teknis berbeda dipersepsikan sebagai sesuatu yang berisiko dan memerlukan usaha ekstra.

Artinya, persepsi terhadap tingkat kemudahan atau kerumitan inovasi secara langsung memengaruhi kemauan petani untuk melakukan uji coba di lapangan. Namun, pada kasus di Kampung Desay, korelasi ini merefleksikan bahwa persepsi kerumitan cenderung menjadi penghambat (*bottleneck*) pada tahap *trial*, meskipun tahap *evaluation* sudah menunjukkan skor positif.

Dalam kerangka *Theory of Planned Behavior* (Ajzen, 1991), tingginya persepsi kerumitan mengurangi *perceived behavioral control*, yaitu keyakinan petani bahwa mereka mampu mengimplementasikan inovasi secara efektif. Faktor psikososial seperti rasa takut gagal, kekhawatiran akan kerugian finansial, dan ketidakpastian hasil panen memperkuat persepsi risiko (*risk perception model*), sehingga petani menunda atau menghindari percobaan inovasi.

Trialabilitas (kemudahan uji coba). Meskipun dimensi Trialabilitas tidak muncul sebagai variabel yang signifikan secara statistik dalam Tabel Korelasi, posisi dimensi ini sangat penting dalam menjembatani transisi dari tahap *evaluation* ke *trial*. *Bottleneck* pada tahap *trial,* yang terlihat dari skor terendah di seluruh tahapan adopsi—dapat dijelaskan melalui persepsi rendahnya *trialability*. Dalam kerangka *Risk Perception Model* (Slovic, 1987), ketiadaan kesempatan untuk menguji secara langsung memperkuat persepsi risiko karena petani tidak memiliki bukti empiris yang dapat mengurangi rasa ragu dan kekhawatiran.

Temuan kualitatif mengungkap bahwa pengalaman gagal di masa lalu membuat petani enggan mencoba inovasi baru, meski mereka sebenarnya menilai positif inovasi tersebut saat evaluasi. Fenomena ini mempertegas pentingnya pengalaman langsung (*hands-on experience*) dalam membangun keyakinan diri (*self-efficacy*) petani, sesuai dengan prinsip *Social Cognitive Theory* (Bandura, 1997).

Oleh karena itu, peningkatan Trialabilitas harus menjadi fokus intervensi penyuluhan, misalnya melalui penyediaan demplot di tingkat kelompok tani, fasilitasi uji coba dengan biaya rendah, dan pendampingan intensif oleh penyuluh. Strategi ini dapat menurunkan hambatan psikologis, meningkatkan kontrol perilaku yang dirasakan, dan memperbesar peluang keberhasilan transisi ke tahap *adoption*.

Observabilitas (kemudahan pengamatan). Hasil analisis menunjukkan bahwa dimensi observabilitas tidak memiliki hubungan signifikan dengan tahap adopsi,

berbeda dengan dimensi lain seperti *relative advantage*, *compatibility*, dan *complexity* yang tercatat signifikan pada Tabel 2. Wawancara mendalam mengungkap bahwa meskipun inovasi pengendalian OPT ramah lingkungan telah berhasil diterapkan di wilayah lain, petani di Kampung Desay jarang memiliki kesempatan untuk melihat langsung bukti keberhasilannya dalam konteks agroekosistem lokal. Kurangnya demonstrasi lapangan, minimnya contoh keberhasilan dari sesama petani, serta terbatasnya interaksi dengan penyuluh menyebabkan manfaat inovasi sulit diobservasi secara nyata.

Temuan ini memperkaya literatur adopsi inovasi dengan menegaskan bahwa di wilayah terpencil seperti Papua Barat, rendahnya observabilitas tidak hanya disebabkan oleh keterbatasan informasi, tetapi juga oleh absennya bukti visual yang relevan secara kontekstual. Secara praktis, hal ini menunjukkan bahwa strategi peningkatan adopsi tidak cukup hanya dengan menyampaikan informasi teknis, tetapi harus disertai pembuktian visual yang kontekstual, seperti demonstrasi lapangan di lingkungan yang serupa, *farmer-to-farmer learning*, dan studi banding berbasis ekosistem lokal.

Secara teoretis, temuan ini memperluas penerapan teori Difusi Inovasi (Rogers, 2003) dengan menekankan bahwa efektivitas observabilitas sebagai pendorong adopsi sangat bergantung pada relevansi bukti yang dapat diamati oleh petani dalam konteks sosial-ekologis mereka. Temuan ini sejalan dengan penelitian terbaru (Dibbern et al., 2024; Tsoumas et al., 2022) bahwa kurangnya bukti visual di lapangan dapat menghambat adopsi khususnya di komunitas yang mengandalkan pembelajaran melalui pengamatan (*learning by seeing*).

Karakteristik Inovasi Terhadap Tahapan Adopsi

Berdasarkan hasil uji korelasi Rank Spearman, masing-masing dimensi karakteristik inovasi menunjukkan tingkat signifikansi dan kekuatan hubungan yang berbeda pada setiap tahapan adopsi. Namun, untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif sesuai prinsip *mixed methods*, temuan kuantitatif ini diintegrasikan dengan data kualitatif hasil wawancara mendalam dan observasi lapangan. Integrasi dilakukan untuk mengungkap konteks di balik angka korelasi, sekaligus menegaskan bagaimana persepsi petani, faktor sosial-budaya, dan pengalaman lokal memengaruhi setiap tahapan proses adopsi inovasi.

Tabel 3.
Koefisien Korelasi Spearman Karakteristik Inovasi terhadap Tahap Adopsi

No.	Dimensi Karakteristik Inovasi	Tahap Adopsi yang Signifikan	r (Spear-man)	p-value
1	Relative Advantage	Adoption	0.298	<0.05
2	Compati-bility	Interest	0.412	<0.05
3	Complexity	Trial	0.365	<0.05

Sumber: olahan data SPSS V25, 2025

Sintesis ini tidak hanya memperlihatkan kontribusi relatif masing-masing karakteristik inovasi, tetapi juga menegaskan kebaruan penelitian, yakni mengungkap interaksi unik antara faktor teknis dan sosial dalam adopsi inovasi pertanian pada konteks tradisional petani di Kampung Desay.

Hasil uji korelasi mengungkap bahwa setiap karakteristik inovasi memberikan pengaruh yang berbeda pada tahap adopsi tertentu. Misalnya, kompatibilitas berperan penting pada tahap *interest* karena kesesuaian inovasi dengan pola tanam dan kebiasaan lokal mendorong ketertarikan awal petani; kompleksitas berhubungan dengan penurunan minat pada tahap trial akibat persepsi kesulitan teknis; dan keunggulan relatif memengaruhi keberlanjutan adopsi pada tahap *adoption* karena persepsi manfaat yang nyata. Integrasi dengan data kualitatif memperjelas bahwa faktor-faktor ini diperkuat atau dilemahkan oleh realitas lokal seperti keterbatasan pendampingan teknis, peran pemimpin informal, dan pengalaman

kolektif terhadap kegagalan inovasi sebelumnya.

Tabel 4.

Korelasi Signifikan Karakteristik Inovasi terhadap Tahapan Adopsi pengendalian OPT ramah lingkungan usahatani cabai di Kampung Desay tahun 2025

No.	Dimensi Karakteristik Inovasi	Tahap Adopsi yang Signifikan*	r (Spearman)
1	Compatibility (Kompatibilitas)	*Awareness, Interest, Evaluation, Trial, Adoption*	0,814-0,893
2	Complexity (Kompleksitas)	Tidak signifikan pada semua tahap	—
3	Trialability (Trialabilitas)	*Awareness, Interest, Evaluation, Adoption*	0,585-0,985
4	Observability (Observabilitas)	*Awareness, Interest, Evaluation, Adoption*	0,599-0,649

Sumber: olahan data SPSS V25, 2025.
Keterangan: hanya korelasi dengan p-value <0,05 yang ditampilkan.

Hasil uji korelasi pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa kontribusi tiap dimensi karakteristik inovasi terhadap tahapan adopsi bersifat berbeda-beda. Kompatibilitas menunjukkan hubungan yang konsisten dan signifikan pada hampir semua tahap adopsi ($r = 0,814–0,893$; $p < 0,05$), menegaskan bahwa keselarasan inovasi dengan kebiasaan budidaya, kondisi agroekologi, dan norma sosial menjadi faktor utama yang mendorong keterlibatan petani sejak tahap kesadaran hingga penerapan penuh. Data kualitatif mendukung temuan ini, di mana petani menyatakan bahwa inovasi yang dianggap "serasi" dengan pola tanam turun-temurun lebih mudah diterima dibandingkan inovasi yang menuntut perubahan drastis. Temuan ini memperkuat temuan sebelumnya dari Lavison (2013) bahwa keselarasan inovasi dengan pengalaman dan kebiasaan petani mempercepat proses adopsi dalam sistem pertanian hortikultura di wilayah tropis.

Sebaliknya, kompleksitas tidak menunjukkan hubungan signifikan pada semua tahap, yang secara kuantitatif tampak lemah. Namun, wawancara mendalam mengungkap bahwa petani sering kali mengaitkan kerumitan inovasi dengan keterbatasan keterampilan teknis dan minimnya pendampingan penyuluh. Hal ini menegaskan pentingnya membaca hasil kuantitatif yang tidak signifikan melalui lensa kualitatif, karena kerumitan tetap menjadi faktor psikologis dan praktis yang membatasi adopsi. Temuan ini konsisten dengan studi oleh Crooks (2012), yang menyebutkan bahwa kompleksitas teknologi dapat menjadi penghambat adopsi terutama pada petani dengan akses informasi terbatas.

Pada dimensi trialabilitas, korelasi signifikan dengan beberapa tahap adopsi ($r = 0,585–0,985$; $p < 0,05$) menunjukkan bahwa semakin mudah inovasi dicoba dalam skala kecil, semakin tinggi kemungkinan petani bergerak dari tahap minat menuju evaluasi hingga penerapan. Data kualitatif menambahkan bahwa keterbatasan lahan percobaan dan pengalaman gagal kolektif membuat petani cenderung menunda uji coba. Hal ini menegaskan pentingnya strategi *demonstration plot* dan studi banding untuk mengurangi hambatan di tahap trial.

Observabilitas juga berhubungan signifikan dengan beberapa tahap ($r = 0,599–0,649$; $p < 0,05$). Hal ini berarti bahwa kemampuan petani mengamati hasil inovasi dari sesama petani atau lahan percontohan menjadi faktor penting dalam membangun keyakinan kolektif. Wawancara dengan responden menunjukkan bahwa praktik tradisional petani di Kampung Desay sangat menekankan pembelajaran berbasis pengalaman nyata dan contoh konkret. Oleh karena itu, meskipun inovasi dianggap potensial, tanpa bukti visual langsung di lapangan, keyakinan petani untuk mengadopsi tetap terbatas. Hal ini menunjukkan bahwa petani lebih terdorong untuk mengadopsi inovasi apabila mereka dapat mengamati manfaatnya secara nyata di lapangan. Penelitian Xiang dan Guo (2023), juga menyatakan bahwa visibilitas manfaat inovasi merupakan faktor kunci dalam adopsi teknik pengendalian hayati di sektor hortikultura.

Secara keseluruhan, integrasi data kuantitatif dan kualitatif ini menunjukkan bahwa kompatibilitas menjadi faktor pendorong utama sejak awal hingga akhir proses adopsi, trialabilitas dan observabilitas

berperan memperkuat transisi antar tahap, sementara kompleksitas meskipun tidak signifikan secara statistik tetap menjadi hambatan praktis yang perlu diatasi melalui pendampingan teknis intensif.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat adopsi inovasi pengendalian OPT ramah lingkungan pada petani cabai di Kampung Desay masih rendah, dengan hambatan utama pada tahap *trial*. Analisis kuantitatif mengungkap bahwa kompatibilitas ($r = 0{,}893$; $p < 0{,}05$), trialabilitas ($r = 0{,}585$–$0{,}985$; $p < 0{,}05$), dan observabilitas ($r = 0{,}599$–$0{,}649$; $p < 0{,}05$) berperan signifikan pada tahapan adopsi, sedangkan kompleksitas tidak berpengaruh nyata. Integrasi temuan kualitatif memperjelas bahwa keraguan petani lebih dipengaruhi oleh faktor psikososial, pengalaman kolektif kegagalan, serta lemahnya pendampingan teknis dibandingkan kerumitan teknis itu sendiri. Kebaruan penelitian ini menegaskan bahwa dalam konteks Papua Barat, adopsi inovasi bersifat non-linier dan sangat ditentukan oleh dukungan kelembagaan serta interaksi sosial, melampaui model difusi inovasi klasik. Implikasi praktis menekankan perlunya demonstrasi lapangan, testimoni petani berhasil, dan pendampingan berkelanjutan, sementara secara teoretis hasil ini memperluas model adopsi dengan memasukkan dimensi psikososial dan kelembagaan. Keterbatasan studi terletak pada cakupan wilayah dan jumlah responden, sehingga penelitian lanjutan dengan cakupan lebih luas dan pendekatan longitudinal diperlukan untuk memperkuat generalisasi temuan.

SANWACANA

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktur Polbangtan Manokwari, Kepala Kampung Desay, Kepala BPP Prafi dan Penyuluh Pertanian WKPP Kampung Desay, Ketua Kelompok Tani Karya Mulya dan Sri Makmur, serta seluruh petani responden di Kampung Desay atas dukungan, kerja sama, dan partisipasi yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, Z., Shew, A. M., Mondal, M. K., Yadav, S., Jagadish, S. V. K., Prasad, P. V. V., Buisson, M., & Das, M. (2022). Climate risk perceptions and perceived yield loss increases agricultural technology adoption in the polder areas of Bangladesh. *Journal of Rural Studies*, *94*(July), 274–286. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.06.008

Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *50*(2), 179–211. https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020

Apriliyanto, E. (2022). Transfer Teknologi Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Bawang Putih secara Ramah Lingkungan di Kelompok Tani Amanah Magelang. *GANESHA*, *2*(2), 101–105. https://ejournal.utp.ac.id/index.php/ganesha/article/view/2003

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control* (W H Freeman (ed.)). Worth Publishers.

BPS Kabupaten Manokwari. (2024). *Distrik Prafi Dalam Angka 2024*. Distrik Prafi Dalam Angka 2024. https://manokwarikab.bps.go.id/id/publication/2024/09/26/2b70c46589c8247abeef8448/prafi-district-in-figures-2024.html

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (Third Edit). Sage Publication Inc. Nanda. https://bayanbox.ir/view/2360519664444369258/9781483344379-Designing-and-Conducting-Mixed-Methods-

Research-3e.pdf

Dhaifulloh, A. D., Khayumi, B. I., Tirtayuda, D., Ansya, M. K. A., & Radianto, D. O. (2024). Dampak Penggunaan Pestisida Kimia Terhadap Kualitas Tanah dan Air Sungai di Daerah Pertanian. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, *2*(2), 197–208. https://doi.org/10.61132/venus.v2i2.280

Dibbern, T., Romani, L. A. S., & Massruhá, S. M. F. S. (2024). Main drivers and barriers to the adoption of Digital Agriculture technologies. *Smart Agricultural Technology*, *8*, 100459. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772375524000649

Gea, B., Mendrofa, C. F., Zendrato, B. F., Zalukhu, B. P., & Zebua, H. P. (2024). Strategi pengendalian hama dan penyakit tanaman secara terpadu. *PENARIK*, *01*(02), 199–205. https://sihojurnal.com/index.php/penarik/article/download/263/225/1198

Gunawan, Hubeis, A. V. S., Fatchiya, A., & Susanto, D. (2019). Dukungan Penyuluhan dan Lingkungan Ekternal terhadap Adopsi Inovasi dan Keberlanjutan Usaha Pertanian Padi Organik. *Agriekonomika*, *8*(1), 70–80. http://doi.org/10.21107/agriekonomika.v8i1.4951

Indiati, S. W., & Marwoto. (2017). Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kedelai. *BULETIN PALAWIJA*, *15*(2), 87–100. https://doi.org/10.21082/bul palawija.v15n2.2017.p87-100.

Jha, A., & Jha, M. (2024). The Hidden Dangers: How Synthetic Organic Compounds Impact Health and the Environment. *International Journal of Nursing Information*, *3*(2), 9–21. https://doi.org/10.58418/ijni.v3i2.104

Lakitan, B. (2019). Strategi Jalur-Ganda dalam Pemajuan Pertanian Indonesia: Memfasilitasi Generasi Milenial dan Menyejahterakan Petani Kecil. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 1–8. https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/view/1666

Lavison, R. K. (2013). *Factors Influencing The Adoption of Organic Fertilizers in Vegetable Production in Accra* [University of Ghana]. http://ugspace.ug.edu.gh

Prihatin, A. P., Aprollita, A., & Suratno, T. (2018). Hubungan Penyuluhan Pertanian Dengan Produktivitas Kerja Petani Sayuran Di Kecamatan Kumpeh Ulu Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Ilmiah Sosio-Ekonomika Bisnis*, *21*(1), 12. https://doi.org/ 10.22437/ jiseb. v21i1.5103

Rachmawati, R. R., & Gunawan, E. (2020). Peranan Petani Milenial Mendukung Ekspor Hasil Pertanian Di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, *38*(1), 67–87. http://dx.doi.org/10.21082/fae.v38n1.2020.67-87

Rachmawatie, S. J., Pamujiasih, T., Rahayu, T., Ihsan, M., Fitroh, B. A., Noor, D. M., Kenokorejo, D., & Polokarto, K. (2022). Penggunaan Agen Hayati Trichoderma Sp. Untuk Pengendalian Hama Penyakit pada Tanaman Pertanian Milik Petani di Desa Kenokorejo, Polokarto, Sukoharjo. *SELAPARANG*, *6*(2), 746–750. https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tsj/article/view/26901

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovation* (5th editio). New York: Free Press.

Salaki, C. L., & Pelealu, J. (2019). Pengendalian Hama Tanaman Padi Berbasis Ramah Lingkungan. *Techno Science Journal*, *1*(1), 25–29. https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tsj/article/view/26901

Sruthy, S., Amodh Anil, R., Arun, Prakash Dev, P. Dileep, G., Prasad, S., & Nair, D. I. (2024). Assessing the Impact of Pesticide use on India's Agriculture and Environment. *Journal of Environmental Nanotechnology*, *13*(4), 241–256. https://doi.org/10.13074/jent.2024.12.243795

Taupiq, L., Sasantya, S., & Suwardji. (2023).

Peran Penyuluh Pertanian Dalam Mempercepat Adopsi Sistem Olah Tanah Konservasi (OTK) Pada Lahan Tegalan Di Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, *6*(3), 482–489. https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jpmpi.v6i3.4612

Tsoumas, I., Giannarakis, G., Sitokonstantinou, V., Koukos, A., Loka, D., Bartsotas, N., Kontoes, C., & Athanasiadis, I. (2022). Evaluating Digital Tools for Sustainable Agriculture using Causal Inference. *ArXiv:2211.03195*,1–12. https://arxiv.org/abs/2211.03195

Xiang, P., & Guo, J. (2023). Understanding Farmers ' Intentions to Adopt Pest and Disease Green Control Techniques : Comparison and Integration Based on Multiple Models. *Sustainability*, *15*(14), 10822. https://doi.org/10.3390/su151410822

Zulfahmi, R., Taisa, R., Marveldani, Yusanto, Ferziana, Hidayat, H., Maulida, D., Elfandari, H., Lestari, M., Purnama, H., & Putrantri, D. (2024). Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Hortikultura Secara Terpadu Di Pekon Sidokaton, Kecamatan Gisting, Kabupaten Tanggamus. *Abimana*, *1*(1), 21–25. https://jurnal.polinela.ac.id/abimana/article/view/3551