

## ***Peran Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT) dan Ketersediaan Sarana Pengendalian OPT Melalui Karakteristik Petani Terhadap Produksi Padi di Daerah Sentra Padi Kabupaten Langkat***

### ***Plant Pest Control (PPC) and the Availability of Its Resources: The Impact of Farmer Characteristics on Rice Production in the Rice-Growing Center of Langkat Regency***

Dameria Sihombing<sup>1\*)</sup>, Yusniar Lubis<sup>2)</sup>, Zulheri Noer<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Magister Agribisnis, Universitas Medan Area, Medan

Email: [damenovitasihombing@gmail.com](mailto:damenovitasihombing@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.36841/agribios.v24i01.8173>

#### **Abstrak**

Padi merupakan komoditas pangan utama di Indonesia sehingga peningkatan produksi padi menjadi prioritas dalam pembangunan pertanian. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan produksi padi adalah efektivitas pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh peran Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT) dan ketersediaan sarana pengendalian OPT terhadap produksi padi melalui karakteristik petani di daerah sentra padi Kabupaten Langkat. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei terhadap 70 petani padi. Analisis data dilakukan menggunakan Structural Equation Modeling–Partial Least Square (SEM-PLS) dengan bantuan perangkat lunak SmartPLS 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peran POPT berpengaruh positif dan signifikan terhadap produksi padi ( $\beta = 0,105$ ;  $p < 0,05$ ). Ketersediaan sarana pengendalian OPT juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap produksi padi ( $\beta = 0,574$ ;  $p < 0,05$ ). Selain itu, karakteristik petani berpengaruh signifikan terhadap produksi padi ( $\beta = 0,656$ ). Peran POPT dan ketersediaan sarana pengendalian OPT juga berpengaruh tidak langsung terhadap produksi padi melalui karakteristik petani. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas petani serta dukungan sarana pengendalian OPT yang memadai dapat meningkatkan efektivitas pengendalian OPT dan berkontribusi terhadap peningkatan produksi padi.

**Kata Kunci:** Produksi Padi, POPT, Sarana POPT, Karakteristik Petani, SEM-PLS

#### **Abstract**

*Rice is the main staple food commodity in Indonesia; therefore, increasing rice production is a priority in agricultural development. One of the factors affecting rice productivity is the effectiveness of plant pest and disease control. This study aimed to analyze the influence of the role of Plant Pest Control Officers (POPT) and the availability of pest control facilities on rice production through farmer characteristics in the rice production center of Langkat Regency. This research used a quantitative approach with a survey method involving 70 rice farmers. Data were analyzed using Structural Equation Modeling–Partial Least Square (SEM-PLS) with SmartPLS 4 software. The results showed that the role of POPT had a positive and significant effect on rice production ( $\beta = 0.105$ ;  $p < 0.05$ ). The availability of pest control facilities also had a positive and significant effect on rice production ( $\beta = 0.574$ ;  $p < 0.05$ ). Farmer characteristics significantly influenced rice production ( $\beta = 0.656$ ). Furthermore, the role of POPT and the availability of pest control facilities indirectly affected rice production through farmer characteristics. These findings indicate that strengthening farmer capacity and providing adequate pest control facilities can improve the effectiveness of pest management and ultimately increase rice production.*

**Keywords:** Rice Production, POPT, pest control facilities, farmer characteristics, SEM-PLS

## PENDAHULUAN

Padi *Oryza sativa* L. merupakan komoditas strategis yang memiliki peran fundamental dalam ketahanan pangan global maupun nasional, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Sebagai bahan pangan utama, padi menyumbang kebutuhan karbohidrat terbesar bagi sebagian besar penduduk, sehingga keberlanjutan produksinya menjadi prioritas utama dalam pembangunan sektor pertanian. Dalam konteks global, padi juga menjadi komoditas yang rentan terhadap berbagai tekanan biotik dan abiotik, di mana gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT) menjadi salah satu faktor pembatas utama dalam pencapaian produktivitas optimal. Gangguan tersebut tidak hanya menurunkan hasil panen, tetapi juga berdampak pada stabilitas pasokan pangan dan kesejahteraan petani secara luas (Mokoginta & Tumbelaka, 2021).

Secara umum, OPT pada tanaman padi meliputi berbagai jenis hama, penyakit, dan gulma yang dapat menyebabkan kerusakan signifikan baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Hama seperti wereng batang coklat, penggerek batang, tikus, serta penyakit seperti blas dan hawar daun bakteri merupakan ancaman utama dalam sistem produksi padi. Intensitas serangan OPT yang tidak terkendali dapat menyebabkan kehilangan hasil yang tinggi bahkan gagal panen. Oleh karena itu, pengelolaan OPT menjadi bagian integral dari sistem budidaya padi modern yang berorientasi pada efisiensi dan keberlanjutan (Muhdar et al., 2025).

Dalam upaya mengendalikan OPT, pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) telah menjadi paradigma utama yang diadopsi secara luas. PHT menekankan pada pengelolaan agroekosistem secara holistik dengan memadukan berbagai teknik pengendalian seperti biologis, mekanis, kultur teknis, serta penggunaan pestisida secara bijaksana. Implementasi PHT terbukti mampu menekan populasi OPT, mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia, serta meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani. Selain itu, PHT juga berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan residu pestisida dan pelestarian musuh alami (Henny Diana Wati, 2022).

Namun demikian, keberhasilan penerapan PHT di tingkat petani sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah peran kelembagaan dan sumber daya manusia pertanian, khususnya Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT). POPT memiliki fungsi strategis sebagai tenaga teknis yang bertugas melakukan pengamatan, identifikasi, serta rekomendasi pengendalian OPT di lapangan. Selain itu, POPT juga berperan dalam menyosialisasikan konsep PHT kepada petani serta mendampingi implementasinya secara berkelanjutan. Peran ini menjadi krusial dalam menjembatani transfer teknologi dan informasi dari lembaga penelitian ke tingkat petani (Marlina & Giyanto, 2022).

Selain faktor kelembagaan, ketersediaan sarana dan prasarana pengendalian OPT juga menjadi determinan penting dalam keberhasilan pengelolaan OPT. Sarana tersebut meliputi pestisida (kimia maupun hayati), alat aplikasi, varietas tahan, serta teknologi pendukung seperti sistem monitoring berbasis digital. Ketersediaan sarana yang memadai akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian OPT, sedangkan keterbatasan sarana dapat menyebabkan keterlambatan penanganan yang berujung pada peningkatan intensitas serangan. Perkembangan teknologi, seperti penggunaan *Internet of Things* (IoT) dalam monitoring OPT, menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan akurasi deteksi dan respons pengendalian secara *real-time* (Irawan et al., 2025).

Di sisi lain, karakteristik petani sebagai pelaku utama dalam sistem usahatani juga memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan pengendalian OPT. Karakteristik tersebut meliputi tingkat pendidikan, pengalaman bertani, pengetahuan, persepsi, serta sikap terhadap inovasi teknologi. Petani dengan tingkat pengetahuan dan pemahaman yang baik terhadap konsep PHT cenderung lebih adaptif dalam menerapkan

teknik pengendalian yang ramah lingkungan dan efisien. Sebaliknya, keterbatasan pengetahuan dan akses informasi dapat menyebabkan praktik pengendalian yang kurang tepat, seperti penggunaan pestisida secara berlebihan yang justru berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan (Handayani & Abadi, 2023).

Lebih lanjut, interaksi antara peran POPT, ketersediaan sarana pengendalian, dan karakteristik petani membentuk suatu sistem yang saling terkait dalam mempengaruhi tingkat produksi padi. POPT sebagai agen perubahan berperan dalam meningkatkan kapasitas petani melalui penyuluhan dan pendampingan, sementara sarana pengendalian menyediakan alat dan teknologi yang diperlukan untuk implementasi di lapangan. Karakteristik petani kemudian menentukan sejauh mana teknologi dan informasi tersebut dapat diadopsi secara efektif. Dengan demikian, peningkatan produksi padi tidak hanya bergantung pada faktor teknis semata, tetapi juga pada aspek sosial dan kelembagaan yang mendukung (Eryanto et al., 2023).

Dalam konteks wilayah sentra produksi padi, seperti Kabupaten Langkat, dinamika pengelolaan OPT menjadi semakin kompleks. Tingginya intensitas pertanaman dan luasnya areal sawah meningkatkan risiko penyebaran OPT secara masif. Selain itu, heterogenitas karakteristik petani serta variasi akses terhadap sarana pengendalian menyebabkan perbedaan dalam tingkat adopsi teknologi dan efektivitas pengendalian. Kondisi ini menuntut adanya pendekatan yang lebih terintegrasi dan berbasis wilayah dalam pengelolaan OPT, dengan mempertimbangkan peran POPT sebagai fasilitator utama di lapangan.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji pengendalian OPT dan penerapan PHT, sebagian besar masih berfokus pada aspek teknis atau parsial, seperti efektivitas metode pengendalian atau persepsi petani. Kajian yang mengintegrasikan peran POPT, ketersediaan sarana pengendalian, serta karakteristik petani dalam satu model analisis terhadap produksi padi masih relatif terbatas.

Studi ini menawarkan kebaruan melalui pendekatan integratif yang menggabungkan secara simultan dimensi kelembagaan (peran POPT), aspek teknis (ketersediaan sarana pengendalian OPT), dan karakteristik petani (sosial-ekonomi) dalam satu model analisis terhadap produksi padi, sehingga memberikan pemahaman yang lebih komprehensif dibandingkan pendekatan parsial sebelumnya. Selain itu, penelitian ini menempatkan karakteristik petani sebagai variabel intervening yang menjembatani pengaruh peran POPT dan ketersediaan sarana terhadap produksi, sehingga mampu mengungkap mekanisme pengaruh tidak langsung yang selama ini belum banyak dikaji secara empiris. Kebaruan juga terletak pada penguatan posisi POPT sebagai aktor kunci dalam sistem pengendalian OPT di tingkat lapangan, berbeda dengan studi terdahulu yang lebih berfokus pada penyuluh secara umum. Dari sisi konteks, penelitian ini mengangkat wilayah sentra produksi padi di Kabupaten Langkat sebagai locus kajian, sehingga menghasilkan temuan yang lebih kontekstual dan aplikatif. Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan teori, tetapi juga memberikan implikasi kebijakan berbasis sistem agribisnis yang menekankan sinergi antara kelembagaan, ketersediaan input, dan peningkatan kapasitas petani dalam mendukung peningkatan produksi padi yang berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan dengan tujuan menganalisis peran Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT) dan ketersediaan sarana pengendalian OPT terhadap produksi padi melalui karakteristik petani di daerah sentra padi Kabupaten Langkat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan model pengelolaan OPT yang lebih efektif dan berkelanjutan, serta menjadi dasar dalam perumusan kebijakan dan strategi peningkatan produksi padi berbasis pendekatan sistem agribisnis yang terintegrasi

## METODE PENELITIAN

Pemilihan lokasi penelitian dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*) (Sugiyono, 2018; Mukhlis et al., 2019; Mukhlis et al., 2024; (Mubarokah et al., 2024; Asgaf et al., 2025; Marliyah et al., 2025; Ogari et al., 2026) dengan pertimbangan bahwa Kabupaten Langkat merupakan salah satu daerah sentra produksi padi yang memiliki potensi agribisnis yang besar serta dinamika pengelolaan usahatani yang relevan dengan tujuan penelitian. Penentuan responden menggunakan teknik non-probability sampling, dengan pendekatan *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kriteria tertentu yang telah ditetapkan peneliti (Sugiyono, 2018a). Adapun kriteria responden dalam penelitian ini adalah petani yang masih aktif berusahatani di sektor pertanian, khususnya pada komoditas padi. Berdasarkan kriteria tersebut, jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 70 orang petani. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan bahwa responden yang terlibat benar-benar representatif dalam memberikan informasi yang sesuai dengan fokus penelitian terkait peran POPT, ketersediaan sarana pengendalian OPT, serta karakteristik petani terhadap produksi padi. Penelitian dilaksanakan dalam September-Desember 2025.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksplanatori yang bertujuan untuk menguji hubungan kausal antar variabel secara empiris dan terukur, khususnya dalam menganalisis pengaruh peran Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (POPT) dan ketersediaan sarana pengendalian OPT terhadap produksi padi melalui karakteristik petani sebagai variabel intervening (Creswell, 2014). Pendekatan kuantitatif dipilih karena mampu memberikan gambaran objektif melalui pengukuran variabel menggunakan instrumen terstruktur serta analisis statistik inferensial. Desain eksplanatori digunakan untuk menjelaskan hubungan sebab-akibat antar konstruk laten yang tidak dapat diukur secara langsung, sehingga memerlukan indikator-indikator sebagai representasi variabel. Penelitian ini juga bersifat *cross-sectional*, di mana pengumpulan data dilakukan dalam satu periode waktu tertentu untuk menangkap kondisi aktual petani padi di lokasi penelitian. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan pengujian model teoritis yang telah dirumuskan sebelumnya melalui integrasi antara aspek kelembagaan (peran POPT), aspek teknis (ketersediaan sarana pengendalian OPT), dan aspek sosial ekonomi (karakteristik petani), sehingga diharapkan mampu menghasilkan model empiris yang komprehensif dalam menjelaskan variasi produksi padi di daerah sentra pertanian.

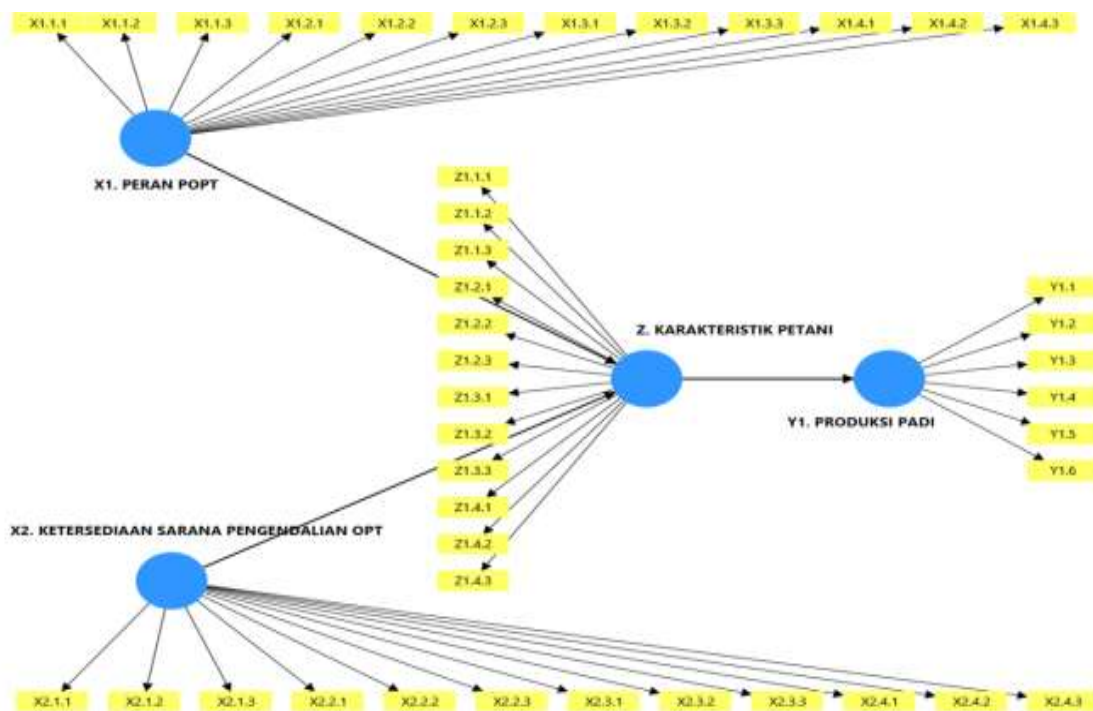
Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua jenis sumber data, yaitu data primer dan data sekunder (Sugiyono, 2021; Mukhlis et al., 2022; Mukhlis et al., 2023). Data primer diperoleh secara langsung dari responden melalui metode survei menggunakan instrumen kuesioner terstruktur yang disusun berdasarkan indikator masing-masing variabel penelitian, meliputi peran POPT, ketersediaan sarana pengendalian OPT, karakteristik petani, dan produksi padi. Kuesioner disebarkan kepada petani padi yang menjadi sampel penelitian. Selain itu, untuk memperkuat validitas data, dilakukan juga wawancara terbatas (*in-depth interview*) kepada beberapa informan kunci seperti petugas POPT dan pihak terkait di lapangan guna memperoleh informasi kontekstual. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari berbagai sumber resmi seperti Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Pertanian, laporan instansi terkait, serta literatur ilmiah yang relevan dengan penelitian. Seluruh proses pengumpulan data dilakukan secara sistematis dalam satu periode waktu tertentu (*cross-sectional*) guna menggambarkan kondisi aktual di lokasi penelitian.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *Structural Equation Modeling (SEM)* berbasis *Partial Least Square (PLS)* yang bertujuan untuk menguji hubungan kausal antar variabel laten secara simultan, baik pengaruh langsung maupun pengaruh tidak langsung melalui variabel intervening. Pemilihan SEM-PLS didasarkan pada kemampuannya dalam mengestimasi model yang kompleks dengan jumlah indikator yang relatif banyak, serta tidak menuntut asumsi distribusi data normal secara ketat (Ghozali,

2018; Hair et al., 2019). Selain itu, metode ini juga sesuai digunakan dalam penelitian yang berorientasi pada prediksi serta pengembangan teori.

Pengujian dalam SEM-PLS dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu evaluasi outer model dan inner model. Tahap pertama, outer model atau model pengukuran, digunakan untuk menilai hubungan antara variabel laten dengan indikator-indikatornya. Pengujian ini mencakup uji validitas konvergen yang dilihat dari nilai loading factor ( $>0,70$ ) serta *Average Variance Extracted (AVE)* ( $>0,50$ ). Selanjutnya, uji validitas diskriminan dilakukan dengan melihat nilai *cross-loading* atau kriteria *Fornell-Larcker*. Selain itu, dilakukan pula uji reliabilitas konstruk melalui nilai *Composite Reliability* ( $>0,70$ ) dan *Cronbach's Alpha* ( $>0,70$ ) guna memastikan konsistensi internal instrumen penelitian.

Tahap kedua adalah pengujian inner model yang bertujuan untuk menguji hubungan antar variabel laten dalam model penelitian. Evaluasi inner model dilakukan dengan melihat nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk mengukur kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen, nilai path coefficient untuk mengetahui arah dan kekuatan pengaruh antar variabel, serta uji signifikansi yang dilakukan melalui prosedur bootstrapping dengan melihat nilai *t-statistics* ( $>1,96$ ) atau *p-values* ( $<0,05$ ) (Hair et al., 2019). Dengan tahapan ini, model yang dihasilkan diharapkan memiliki validitas dan reliabilitas yang baik serta mampu menjelaskan hubungan struktural antar variabel secara komprehensif.

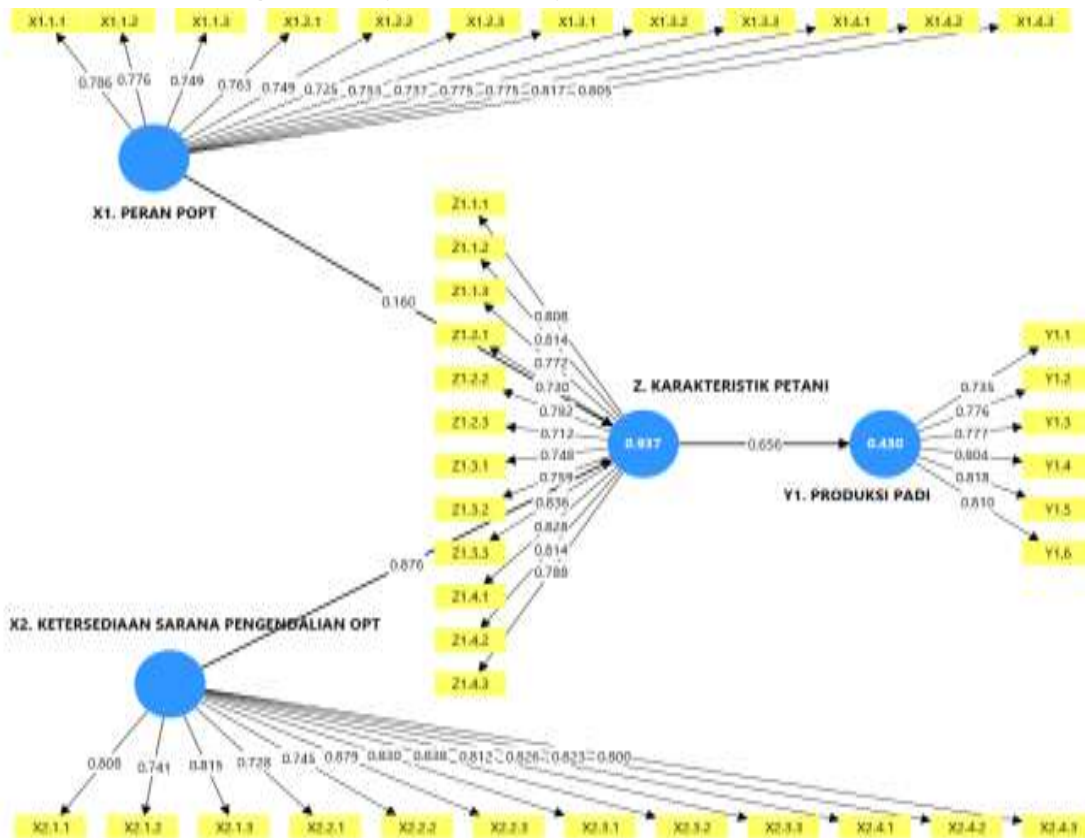


Gambar 1 Model SEM

Model SEM dalam penelitian ini disusun untuk menganalisis hubungan kausal antar variabel laten yang saling berkaitan dalam suatu sistem struktural. Model tersebut terdiri atas tiga kelompok variabel utama, yaitu variabel eksogen (X), variabel mediasi (Z), dan variabel endogen (Y), yang masing-masing diukur melalui sejumlah indikator sebagai variabel terobservasi. Struktur model ini menggambarkan keterkaitan pengaruh variabel eksternal terhadap variabel antara, hingga akhirnya berdampak pada variabel hasil.

Secara konseptual, model ini menjelaskan bagaimana faktor-faktor eksogen memengaruhi variabel mediasi, yang selanjutnya berperan dalam membentuk atau memperkuat pengaruh terhadap variabel endogen. Dengan demikian, SEM digunakan tidak hanya untuk menguji pengaruh langsung, tetapi juga untuk melihat mekanisme hubungan tidak langsung antar variabel dalam model penelitian.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Evaluasi Model Pengukuran (*Outer Model*)**



Gambar 2. Outer Model

**1. Uji Validitas Konvergen**

Berdasarkan hasil pengujian outer model pada gambar, nilai *outer-loading* masing-masing indikator terhadap konstruk laten menunjukkan bahwa secara umum indikator memiliki tingkat validitas konvergen yang baik. Hal ini terlihat dari mayoritas nilai loading yang berada di atas ambang batas 0,70, yang mengindikasikan bahwa indikator-indikator tersebut mampu merefleksikan variabel laten secara kuat dan konsisten. Pada variabel Peran POPT ( $X_1$ ), seluruh indikator memiliki nilai loading yang tinggi (mendekati atau di atas 0,70), sehingga dapat disimpulkan bahwa indikator yang digunakan sudah representatif dalam mengukur peran POPT di lapangan. Demikian pula pada variabel Ketersediaan Sarana Pengendalian OPT ( $X_2$ ), nilai outer loading yang relatif tinggi menunjukkan bahwa instrumen yang digunakan mampu menangkap aspek ketersediaan sarana secara valid.

Selanjutnya, pada variabel karakteristik petani ( $Z$ ), terlihat bahwa sebagian besar indikator memiliki nilai loading yang kuat ( $\geq 0,70$ ), meskipun terdapat beberapa indikator dengan nilai yang sedikit lebih rendah namun masih dalam batas toleransi ( $\geq 0,60$ ), sehingga masih dapat dipertahankan dalam model penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa

karakteristik petani sebagai konstruk laten cukup baik dijelaskan oleh indikator-indikator penyusunnya, meskipun terdapat variasi kontribusi antar indikator. Sementara itu, pada variabel Produksi Padi (Y), nilai outer loading juga menunjukkan konsistensi yang tinggi dengan sebagian besar indikator berada di atas 0,70, yang berarti indikator tersebut memiliki kemampuan yang baik dalam merepresentasikan tingkat produksi padi.

Secara keseluruhan, hasil *outer-loading* ini mengindikasikan bahwa model pengukuran telah memenuhi kriteria *convergent validity*, di mana indikator-indikator yang digunakan memiliki korelasi yang kuat terhadap konstruk laten masing-masing. Dengan demikian, seluruh variabel dalam penelitian ini dapat dinyatakan valid secara konstruk dan layak untuk dilanjutkan ke tahap pengujian *inner model*, tanpa perlu eliminasi indikator yang signifikan.

## 2. Konstruk dan Reabilitas

Tabel 1. Konstruk dan Reabilitas

| Keterangan                               | <i>Cronbach's Alpha</i> | <i>Composite Reliability (Rho_A)</i> | <i>Average Variance Extracted (AVE)</i> |
|--|-------------------------|--------------------------------------|---|
| X1. Peran Popt                           | 0,937                   | 0,942                                | 0,589                                   |
| X2. Ketersediaan Sarana Pengendalian Opt | 0,950                   | 0,952                                | 0,648                                   |
| Y1. Produksi Padi                        | 0,878                   | 0,887                                | 0,619                                   |
| Z. Karakteristik Petani                  | 0,943                   | 0,944                                | 0,615                                   |

Sumber : Data primer diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 1, hasil pengujian reliabilitas dan validitas konstruk pada outer model, seluruh variabel dalam penelitian ini menunjukkan kinerja yang sangat baik. Hal ini dapat dilihat dari nilai *Cronbach's Alpha* pada variabel Peran POPT (0,937), Ketersediaan Sarana Pengendalian OPT (0,950), Produksi Padi (0,878), dan Karakteristik Petani (0,943) yang seluruhnya berada di atas ambang batas 0,70. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa masing-masing konstruk memiliki tingkat konsistensi internal yang sangat tinggi, sehingga instrumen yang digunakan mampu mengukur variabel secara stabil dan andal. Hasil ini juga diperkuat oleh nilai *Composite Reliability (Rho\_A)* yang masing-masing sebesar 0,942; 0,952; 0,887; dan 0,944, yang seluruhnya melampaui kriteria minimal 0,70. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa setiap konstruk dalam model memiliki reliabilitas yang sangat baik dalam merepresentasikan indikator-indikator penyusunnya.

Selanjutnya, dari aspek validitas konvergen yang diukur melalui *Average Variance Extracted (AVE)*, seluruh variabel juga menunjukkan nilai di atas 0,50, yaitu Peran POPT (0,589), Ketersediaan Sarana Pengendalian OPT (0,648), Produksi Padi (0,619), dan Karakteristik Petani (0,615). Nilai ini mengindikasikan bahwa masing-masing konstruk mampu menjelaskan lebih dari 50% varians indikator-indikatornya, sehingga memenuhi kriteria validitas konvergen yang baik. Secara substantif, hal ini berarti indikator-indikator yang digunakan benar-benar merefleksikan konstruk yang diukur, baik dalam aspek peran kelembagaan POPT, ketersediaan sarana pengendalian, karakteristik petani, maupun output produksi padi.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa model pengukuran (*outer model*) telah memenuhi kriteria reliabilitas dan validitas konstruk secara komprehensif. Tidak terdapat indikasi masalah pada konsistensi internal pada kemampuan konstruk dalam menjelaskan indikatornya, sehingga seluruh variabel dalam penelitian ini layak untuk digunakan dalam analisis lanjutan pada inner model. Dengan demikian, model struktural yang akan diuji selanjutnya memiliki dasar pengukuran yang kuat dan dapat menghasilkan estimasi hubungan antar variabel yang lebih akurat dan dapat dipercaya.

Tabel 2. Hasil Uji R- Square

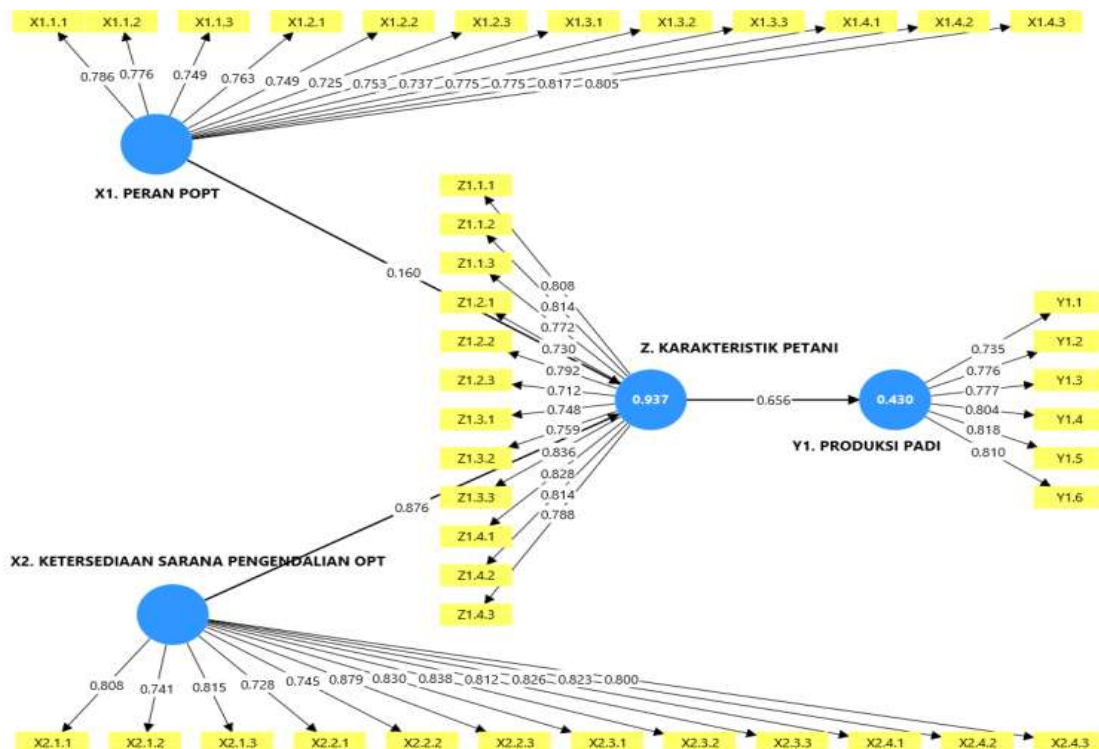
|                        | R-Square | R-Square Adjusted |
|------------------------|----------|-------------------|
| Y Produksi             | 0,430    | 0,431             |
| Z Karakteristik Petani | 0,937    | 0,935             |

Sumber: Data Primer Diolah (2026)

Berdasarkan Tabel 2 hasil pengujian inner model, nilai R-Square ( $R^2$ ) menunjukkan tingkat kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen dalam model penelitian. Pada variabel Produksi Padi (Y), diperoleh nilai  $R^2$  sebesar 0,430 dengan nilai Adjusted  $R^2$  sebesar 0,421. Hal ini mengindikasikan bahwa sebesar 43,0% variasi dalam produksi padi dapat dijelaskan oleh variabel peran POPT, ketersediaan sarana pengendalian OPT, serta karakteristik petani sebagai variabel intervening dalam model. Sementara itu, sisanya sebesar 57,0% dijelaskan oleh faktor lain di luar model penelitian, seperti kondisi agroklimat, teknologi budidaya, kualitas input produksi, serta faktor eksternal lainnya. Secara interpretatif, nilai ini termasuk dalam kategori moderat, yang menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan penjelasan yang cukup baik namun masih terbuka untuk pengembangan dengan memasukkan variabel tambahan.

Selanjutnya, pada variabel Karakteristik Petani (Z) diperoleh nilai  $R^2$  sebesar 0,937 dengan nilai Adjusted  $R^2$  sebesar 0,935. Nilai ini menunjukkan bahwa sebesar 93,7% variasi karakteristik petani dapat dijelaskan oleh variabel peran POPT dan ketersediaan sarana pengendalian OPT. Angka ini tergolong sangat tinggi (substantial), yang mengindikasikan bahwa kedua variabel eksogen tersebut memiliki kontribusi yang sangat kuat dalam membentuk karakteristik petani dalam konteks penelitian ini. Selisih yang sangat kecil antara  $R^2$  dan Adjusted  $R^2$  pada kedua variabel juga menunjukkan bahwa model yang digunakan cukup stabil dan tidak mengalami overfitting yang signifikan.

**Inner Model**



Gambar 3. Inner Model

Berdasarkan hasil pengujian bootstrapping pada model struktural, secara umum hubungan antar variabel menunjukkan arah pengaruh yang sesuai dengan kerangka konseptual yang telah dibangun. Variabel peran POPT dan ketersediaan sarana pengendalian OPT terbukti memberikan pengaruh terhadap karakteristik petani, yang mengindikasikan bahwa keberadaan dukungan kelembagaan dan ketersediaan input pengendalian memiliki peran penting dalam membentuk kapasitas, pengetahuan, dan perilaku petani dalam usahatani padi. Selanjutnya, karakteristik petani menunjukkan peran yang kuat dalam mempengaruhi produksi padi, yang menegaskan bahwa faktor internal petani seperti pengalaman, pengetahuan, dan kemampuan adaptasi menjadi determinan penting dalam peningkatan hasil produksi.

Di sisi lain, pengaruh langsung peran POPT dan ketersediaan sarana pengendalian OPT terhadap produksi padi juga teridentifikasi, meskipun kekuatan pengaruhnya cenderung lebih optimal ketika melalui perantara karakteristik petani. Hal ini menunjukkan adanya mekanisme tidak langsung (mediasi) yang memperkuat hubungan antar variabel, di mana peningkatan peran POPT dan ketersediaan sarana tidak hanya berdampak langsung, tetapi juga meningkatkan kualitas karakteristik petani yang pada akhirnya berimplikasi pada peningkatan produksi padi. Secara keseluruhan, hasil bootstrapping mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam menjelaskan hubungan kausal antar variabel, serta menunjukkan bahwa variabel intervening berfungsi efektif dalam memperkuat hubungan struktural dalam model penelitian ini.

Tabel 3. Uji t-Statistik

| Keterangan                                       | Original Sample (O) | Sample Mean (M) | Standard Deviation (STDEV) | T Statistics ( O/STDEV ) | P Values |
|--|---------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| X1 Peran POPT -> Y Produksi                      | 0,017               | 0,017           | 0,115                      | 0,148                    | 0,882    |
| X1 Peran POPT -> Z Karakteristik Petani          | 0,161               | 0,164           | 0,038                      | 4,212                    | 0,000    |
| X2 Sarana Ketersediaan -> Y Produksi             | 1,050               | 1,034           | 0,438                      | 2,401                    | 0,017    |
| X2 Sarana Ketersediaan -> Z Karakteristik Petani | 0,875               | 0,871           | 0,028                      | 30,749                   | 0,000    |
| Z Karakteristik Petani -> Y Produksi             | -0,372              | -0,346          | 0,474                      | 0,784                    | 0,433    |

Sumber: Data Primer Diolah (2026)

Berdasarkan hasil pengujian *bootstrapping* pada model struktural, terlihat bahwa hubungan antar variabel menunjukkan dinamika yang beragam baik dari sisi arah maupun signifikansinya. Pengaruh peran POPT terhadap produksi padi tidak menunjukkan hubungan yang signifikan, meskipun arahnya positif. Hal ini mengindikasikan bahwa keberadaan dan aktivitas POPT di lapangan belum secara langsung mampu meningkatkan produksi padi petani. Kondisi ini dapat disebabkan oleh keterbatasan intensitas pendampingan, belum optimalnya adopsi rekomendasi teknis oleh petani, atau adanya faktor lain yang lebih dominan mempengaruhi produksi, seperti kondisi agroklimat dan manajemen budidaya. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa peran kelembagaan pertanian seringkali tidak berdampak langsung terhadap output produksi tanpa adanya peningkatan kapasitas petani sebagai pengguna teknologi (Feder et al., 2004).

Sebaliknya, peran POPT terhadap karakteristik petani menunjukkan pengaruh yang positif dan signifikan. Hal ini menegaskan bahwa keberadaan POPT efektif dalam meningkatkan aspek-aspek internal petani seperti pengetahuan, keterampilan, dan sikap terhadap pengendalian OPT. Dengan kata lain, POPT lebih berfungsi sebagai agen

perubahan (*agent of change*) yang memperkuat kapasitas petani daripada sebagai faktor yang langsung memengaruhi hasil produksi. Temuan ini konsisten dengan studi Davis et al., (2012) yang menunjukkan bahwa penyuluhan dan pendampingan teknis memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan kapasitas petani, meskipun dampaknya terhadap produktivitas bersifat tidak langsung.

Selanjutnya, ketersediaan sarana pengendalian OPT terhadap produksi padi menunjukkan pengaruh positif dan signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan input seperti pestisida, alat aplikasi, dan sarana pendukung lainnya secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan hasil produksi. Ketersediaan sarana memungkinkan petani melakukan pengendalian OPT secara tepat waktu dan efektif, sehingga mampu menekan kehilangan hasil akibat serangan hama dan penyakit. Hasil ini didukung oleh penelitian Savary et al., (2019) yang menyatakan bahwa pengelolaan OPT yang efektif melalui dukungan sarana pengendalian dapat mengurangi kehilangan hasil secara signifikan dan meningkatkan produktivitas tanaman pangan.

Selain itu, ketersediaan sarana pengendalian OPT terhadap karakteristik petani juga menunjukkan pengaruh yang positif dan sangat signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa akses terhadap sarana produksi tidak hanya berdampak pada aspek teknis, tetapi juga memengaruhi perilaku dan kemampuan petani dalam mengelola usahatani. Petani yang memiliki akses terhadap sarana yang memadai cenderung lebih responsif terhadap inovasi dan lebih adaptif dalam menerapkan teknologi pengendalian OPT. Temuan ini sejalan dengan penelitian Abate et al., (2018) yang menekankan bahwa akses terhadap input pertanian merupakan faktor kunci dalam meningkatkan kapasitas dan adopsi teknologi oleh petani.

Sementara itu, hubungan karakteristik petani terhadap produksi padi menunjukkan arah negatif dan tidak signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun karakteristik petani meningkat, hal tersebut belum tentu diikuti oleh peningkatan produksi secara langsung. Kondisi ini dapat terjadi karena adanya kesenjangan antara pengetahuan dan praktik di lapangan (*knowledge-practice gap*), di mana petani memahami teknik yang baik namun belum sepenuhnya mengimplementasikannya secara optimal. Selain itu, faktor eksternal seperti iklim, serangan OPT yang tinggi, serta keterbatasan modal juga dapat menghambat penerjemahan kapasitas petani menjadi output produksi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ruzzante et al., (2021) yang menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas petani tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan produktivitas tanpa dukungan lingkungan dan sistem produksi yang memadai.

Tabel 4. *Spesific Indirrect Effect*

| Keterangan   | Original Sample (O) | Sample Mean (M) | Standard Deviation (STDEV) | T Statistics ( O/STDEV ) | P Values |
|--|---------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| X1 Peran POPT -> Z Karakteristik Petani -> Y Produksi          | -0,060              | -0,057          | 0,082                      | 0,732                    | 0,465    |
| X2 Sarana Ketersediaan -> Z Karakteristik Petani -> Y Produksi | -0,325              | -0,301          | 0,412                      | 0,790                    | 0,430    |

Sumber: Data Primer Diolah (2026)

Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa karakteristik petani tidak mampu memediasi secara signifikan hubungan antara peran POPT maupun ketersediaan sarana terhadap produksi padi didukung oleh berbagai literatur empiris yang menekankan bahwa mekanisme mediasi dalam sektor pertanian seringkali tidak berjalan secara linear. Studi oleh Yang et al., (2021) menunjukkan bahwa meskipun pelatihan pertanian dapat meningkatkan kapasitas petani seperti absorptive capacity dan active learning, namun efektivitasnya terhadap output produksi sangat bergantung pada kemampuan petani dalam

menginternalisasi dan mengaplikasikan pengetahuan tersebut secara nyata di lapangan. Hal ini menguatkan bahwa peningkatan karakteristik petani tidak otomatis bertransformasi menjadi peningkatan produktivitas tanpa adanya dukungan implementasi yang optimal.

Selain itu, literatur lain juga menunjukkan bahwa hubungan antara variabel sosial-ekonomi petani dan produktivitas sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kondisi lahan, iklim, dan akses terhadap teknologi. Penelitian di Nigeria menemukan bahwa meskipun karakteristik petani seperti pendidikan dan akses penyuluhan berpengaruh terhadap adopsi teknologi, namun dampaknya terhadap produktivitas tidak selalu konsisten karena dipengaruhi oleh variabilitas iklim dan kondisi lahan. Temuan ini memperkuat bahwa variabel intervening seperti karakteristik petani dapat menjadi tidak signifikan ketika faktor eksternal lebih dominan dalam menentukan hasil produksi (Amankwah, 2023).

Lebih lanjut, studi meta-analisis menunjukkan bahwa adopsi teknologi pertanian dan peningkatan kapasitas petani memiliki dampak yang bervariasi (*mixed effect*) terhadap kesejahteraan dan produktivitas, tergantung pada kesesuaian teknologi dengan kondisi petani serta sistem pendukung yang tersedia. Artinya, meskipun petani memiliki karakteristik yang baik, tanpa dukungan sistem yang memadai, dampaknya terhadap produksi tetap terbatas (Abdul-Majid et al., 2024)

Selain itu, kajian terbaru mengenai adopsi teknologi pertanian Rurii & Nzengya Daniel, (2026) menegaskan bahwa keberhasilan peningkatan produktivitas sangat bergantung pada pendekatan yang terintegrasi, termasuk dukungan kelembagaan, akses input, dan kondisi lingkungan. Tanpa integrasi tersebut, peningkatan pada satu aspek seperti kapasitas petani tidak cukup untuk mendorong peningkatan produksi secara signifikan. Dengan demikian, hasil penelitian Anda yang menunjukkan tidak signifikannya pengaruh mediasi karakteristik petani justru memperkuat argumen bahwa sistem pertanian bersifat kompleks dan multidimensional.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ketersediaan sarana pengendalian OPT merupakan faktor yang paling konsisten dalam memengaruhi produksi padi, baik secara langsung maupun dalam membentuk karakteristik petani. Sementara itu, peran POPT terbukti signifikan dalam meningkatkan karakteristik petani, namun tidak berdampak langsung terhadap produksi padi. Selain itu, karakteristik petani tidak mampu berperan sebagai variabel intervening yang efektif dalam menjembatani pengaruh peran POPT maupun ketersediaan sarana terhadap produksi. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan kapasitas petani saja belum cukup untuk mendorong peningkatan produksi tanpa didukung oleh pemanfaatan sarana yang optimal serta kondisi sistem produksi yang memadai. Dengan demikian, hubungan antar variabel dalam penelitian ini menunjukkan bahwa faktor teknis berupa ketersediaan sarana memiliki peran dominan, sementara faktor kelembagaan dan karakteristik petani berfungsi lebih sebagai pendukung yang belum sepenuhnya terintegrasi dalam meningkatkan output produksi padi.

Berdasarkan temuan tersebut, diperlukan upaya strategis yang lebih terintegrasi antara penguatan peran POPT, peningkatan akses dan kualitas sarana pengendalian OPT, serta optimalisasi kapasitas petani agar dapat berdampak langsung terhadap produksi. POPT perlu meningkatkan intensitas pendampingan yang lebih aplikatif dan berbasis kebutuhan lapangan, tidak hanya pada aspek penyuluhan tetapi juga pada pengawalan implementasi teknologi. Di sisi lain, pemerintah dan pemangku kebijakan perlu memastikan ketersediaan sarana pengendalian yang tepat guna, mudah diakses, dan sesuai dengan kondisi agroekosistem setempat. Selain itu, perlu dilakukan program peningkatan kapasitas

petani yang berorientasi pada praktik (*skill-based training*) agar mampu menjembatani kesenjangan antara pengetahuan dan implementasi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variabel lain seperti faktor lingkungan, manajemen usahatani, dan dukungan kebijakan agar model yang dihasilkan lebih komprehensif dalam menjelaskan peningkatan produksi padi secara berkelanjutan.

## REFERENSI

- Abate, T., Fisher, M., Abdoulaye, T., Kassie, M., Lunduka, R., Marennya, P., & Asnake, W. T. (2018). Factors Affecting Adoption of Agricultural Technologies: Evidence from Africa. *Agricultural Systems*, 168, 104–115. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.009>
- Abdul-Majid, M., Zahari, S. A., Othman, N., & Nadzri, S. (2024). Influence of technology adoption on farmers' well-being: Systematic literature review and bibliometric analysis. *Heliyon*, 10(2), e24316. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24316>
- Amankwah, A. (2023). Climate variability, agricultural technologies adoption, and productivity in rural Nigeria: a plot-level analysis. *Agriculture and Food Security*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40066-023-00411-x>
- Asgaf, K., Hifizah, A., Astaty, Ananda, S., Jamili, M. A., & Mukhlis. (2025). Application of Fermented Feed Technology to Improve Beef Cattle Business Efficiency and Student Agribusiness Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(5), 604–610. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i5.11135>
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Davis, K., Nkonya, E., Kato, E., Mekonnen, D. A., Odendo, M., Muro, R., & Nkuba, J. (2012). Impact of Farmer Field Schools on Agricultural Productivity and Poverty in East Africa. *World Development*, 40(2), 402–413. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.05.019>
- Eryanto, O., Kuswardani, R. A., Noer, Z., & Aulia, M. R. (2023). Peran Penyuluh Terhadap Implementasi Pengelolaan OPT Di Kabupaten Asahan the Role of Extenders Towards the Implementation of Opt Management in the Framework of Agricultural Ecosystem Sustainability and Its Relationship To Rice Productivity in. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(4), 3595–3604. <http://dx.doi.org/10.37159/jpa.v25i4.3487>
- Feder, G., Murgai, R., & Quizon, J. B. (2004). *Sending Farmers Back to School: The Impact of Farmer Field Schools in Indonesia*. World Bank.
- Ghozali. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hair, J., Risher, J., Sarstedt, M., & Ringle, C. . (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Handayani, C. G., & Abadi, A. L. (2023). Persepsi Petani Terhadap Konsep Pht Dalam Mengendalikan Penyakit Tanaman Padi Di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2023.011.1.1>
- Henny Diana Wati. (2022). Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (Pht) Dalam. *Cemara*, 19 (2).
- Irawan, H., Fajari, F. F., Fajriany, P., Zain, M. A., Agusti, N. A., & Budiawati, N. yeni. (2025). Strategi Monitoring OPT Berbasis IoT Di Pertanian Padi : Telaah Literatur Kritis. *Nusantara Journal of Multidisciplinary Science*, 2(11), 1887–1894. <https://doi.org/10.3390/su16020517>

- Marlina, W., & Giyanto, G. (2022). *Organisme Pengganggu Tanaman dan Peran POPT dalam Masyarakat PHT: Studi Kasus di Kecamatan Kalijati, Kabupaten Subang, Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor (IPB). <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/110741>
- Marliyah, Haeruddin, Muhamad, & Mukhlis. (2025). Sensitivity Analysis of Chocolate Processing Businesses Based Small and Medium-Sized Industries in Palu City, Central Sulawesi. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(10), 949–958. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i10.11652>
- Mokoginta, R., & Tumbelaka, S. (2021). Pengendalian Hama Wereng Coklat (*Nilaparvata lugens*) Menggunakan Pestisida Nabati Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Teknologi Terapan*, 1(1), 11–14.
- Mubarokah, Syah, M. A., Widayanti, S., & Mukhlis. (2024). *Development Strategy For Kopi Gunung Kelir Agrotourism, Semarang Regency, Indonesia*. 10(12), 10826–10836. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i12.9458>
- Muhdar, F., Fhitra, F., Safrial, S., Fatmawati, F., Amelia, R., & Nurlina, N. (2025). Pengenalan dan Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Pada Tanaman Padi dan Jagung di desa Tacipong. *RENATA: Jurnal Pengabdian Masyarakat Kita Semua*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.61124/1.renata.99>
- Mukhlis, Hendriani, R., Sari, N., Firsta Wisra, R., Fitrianti, S., & Lutfi, U. M. (2023). Analisis Pendapatan Petani Model Usahatani Terpadu Jagung-Sapi Di Kecamatan Payakumbuh. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(2), 254–261. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25181/jppt.v23i2.2953>
- Mukhlis, Hendriani, R., Sari, R. I. K., & Sari, N. (2022). Analisis Produksi dan Faktor Produksi Usaha Tani Terpadu Tanaman Padi dan Ternak Sapi di Nagari Taram Kecamatan Harau. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 22(2), 104–110. <https://doi.org/10.25181/jppt.v22i2.2581>
- Mukhlis, M., Ismawati, I., Sillia, N., Fitrianti, S., Ukrita, I., Wisra, R. F., Rafli, H., Hendriani, R., Hanum, L., Ibrahim, H., Nofianti, S., Marta, A., & Sari, N. (2024). Characteristics of Production Factors and Production of Zero Tillage System Rice Farming. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(8), 6013–6019. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i8.8542>
- Mukhlis, Noer, M., Nofialdi, & Mahdi. (2019). Analysis of income and feasibility of rice-cattle integration system farming based on enterprises scale. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11(7), 544–553. <https://www.jardcs.org/abstract.php?id=2678>
- Ogari, P. A., Lastinawati, E., Ritonga, U. S., Oktarina, Y., Sari, R. N., & Mukhlis. (2026). Evaluating Tiered Facilitation as a Contextual Learning Approach for CPPOB Adoption in Food MSMEs. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 12(1), 593–599. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v12i1.13882>
- Rurii, M. W., & Nzengya Daniel, M. (2026). A scoping review of literature on adoption and impact of climate smart agricultural technologies by smallholder farmers in Africa. *Frontiers in Climate*, 7(January). <https://doi.org/10.3389/fclim.2025.1692929>
- Ruzzante, S., Labarta, R., & Bilton, A. (2021). Adoption of Agricultural Technology in the Developing World: A Meta-Analysis of the Literature. *Nature Food*, 2, 111–120. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00233-3>
- Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S. J., Esker, P., McRoberts, N., & Nelson, A. (2019). The Global Burden of Pathogens and Pests on Major Food Crops. *Nature Ecology & Evolution*, 3, 430–439. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>
- Sugiyono. (2018a). *Metode Penelitian Dan Pendekatan Penelitian : Analisa Penarikan Sampel*. CV. Alfabeta.

- Sugiyono. (2018b). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif dan R&G* (p. h. 8). Alfabeta.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Yang, Q., Zhu, Y., & Wang, F. (2021). Exploring mediating factors between agricultural training and farmers' adoption of drip fertigation system: Evidence from banana farmers in China. *Water (Switzerland)*, 13(10), 1–18.  
<https://doi.org/10.3390/w13101364>