

ANALISIS HUBUNGAN KARAKTERISTIK PETANI DAN TINGKAT PRAKTIK PENGENDALIAN HAMA TERPADU TERHADAP PENDAPATAN USAHATANI PADI DI DISTRIK SEMANGGA

Amelia Agustina Limbongan^{*1}, Jefri Sembiring², Abdullah Sarijan³, Johana Anike Mendes⁴, Anwar⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Musamus, Merauke,

*Email: limbongan@unmus.ac.id

Info Artikel	Abstract
<p>Received: Maret 28, 2026 Revised: April 18, 2026 Accepted: April 20, 2026</p> <p>Keywords: IPM, farmer characteristics, education, income, sustainable agriculture</p>	<p><i>Rice plays a strategic role in national food security. However, efforts to increase production continue to face challenges of pest and disease attacks and environmental risks of chemical pesticides. Therefore, Integrated Pest Management (IPM) is essential for sustainable agriculture. This study aimed to analyze the characteristics of rice farmers, examine their relationship with the level of IPM practices and the relationship between IPM adoption and farmer income. The research was conducted from April to May 2025 in Semangga District, Merauke Regency, involving 39 farmers through a survey. Data were analyzed using relative frequency distribution and Pearson correlation. The results indicated that most farmers were male, within productive age groups, had relatively low educational levels, and possessed extensive farming experience. Correlation analysis revealed that education level had a highly significant relationship with IPM practices, whereas age and farming experience were not significantly associated. The correlation between IPM practices and farmer income was not significant ($p = 0.228$), suggesting that IPM adoption has not yet contributed to increased income in the short term. Overall, IPM adoption is influenced by education and information access. Therefore, strengthening agricultural extension, training, and farmer mentoring is crucial to enhance IPM adoption and support sustainable agriculture.</i></p>
	Abstrak
<p>Kata kunci: PHT, karakteristik petani, pendidikan, pendapatan, pertanian berkelanjutan</p>	<p>Tanaman padi berperan strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Namun, peningkatan produksinya masih menghadapi kendala berupa serangan hama dan penyakit tanaman serta tingginya ketergantungan terhadap pestisida kimia yang berdampak negatif terhadap lingkungan, sehingga penerapan Pengelolaan Hama dan Penyakit Terpadu (PHT) menjadi penting dalam pertanian berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik petani padi dan hubungannya dengan tingkat praktik PHT, serta hubungan antara tingkat praktik PHT dengan pendapatan petani. Penelitian dilaksanakan pada April–Mei 2025 di Distrik Semangga, Kabupaten Merauke</p>

	<p>dengan mewawancarai 39 petani. Analisis data menggunakan distribusi frekuensi relatif dan korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani di Distrik Semangga didominasi oleh laki-laki, berada pada usia produktif, memiliki tingkat pendidikan relatif rendah, serta pengalaman bertani yang lama. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa tingkat pendidikan memiliki hubungan yang sangat signifikan dengan tingkat praktik PHT, sedangkan umur dan pengalaman bertani tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Korelasi antara tingkat praktik PHT dengan pendapatan petani tidak signifikan ($\rho = 0,228$) yang mengindikasikan penerapan PHT belum berdampak langsung terhadap peningkatan pendapatan di Distrik Semangga dalam jangka pendek. Adopsi praktik PHT lebih dipengaruhi oleh faktor pendidikan dan akses informasi. Agar pertanian berkelanjutan, diperlukan penguatan penyuluhan, pelatihan, dan pendampingan petani agar mereka dapat mengadopsi PHT secara optimal.</p>
--	--

PENDAHULUAN

Sektor pertanian memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional, khususnya komoditas padi sebagai sumber pangan utama masyarakat Indonesia. Peningkatan produksi padi menjadi prioritas utama dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk (Sutardi et al., 2022). Kabupaten Merauke sebagai salah satu sentra produksi padi di kawasan timur Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan usahatani padi. Namun demikian, upaya peningkatan produksi tersebut masih menghadapi berbagai kendala, terutama serangan hama dan penyakit tanaman yang dapat menurunkan produktivitas secara signifikan (Prasad et al., 2017).

Pengendalian hama dan penyakit yang selama ini masih didominasi oleh penggunaan pestisida kimia cenderung menimbulkan dampak negatif, baik terhadap lingkungan maupun kesehatan petani. Hingga saat ini, terdapat sekitar 3.207 formulasi pestisida yang telah terdaftar di Indonesia untuk berbagai komoditas. Pada tahap awal perkembangan industri pertanian, jenis pestisida organoklorin dan organofosfat digunakan secara luas, sebelum digantikan oleh kelompok karbamat dan piretroid (Direktorat Pupuk dan Pestisida, 2016). Namun, penggunaan yang berlebihan dan tidak tepat menyebabkan akumulasi residu pestisida di berbagai matriks lingkungan, seperti tanah, air, dan produk pertanian (Limbongan et al., 2021). Data dari tahun 1985 hingga 2017 menunjukkan bahwa residu pestisida terdeteksi dalam komoditas pangan (beras, buah, sayur, telur), dan lingkungan (air sungai, kolam, laut, serta organisme seperti ikan dan burung). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan melalui penerapan Pengelolaan Hama dan Penyakit Terpadu (PHT). Pengelolaan Hama dan Penyakit Terpadu merupakan suatu strategi pengendalian organisme pengganggu tanaman yang mengintegrasikan berbagai teknik pengendalian, seperti penggunaan varietas tahan, pengendalian hayati, teknik budidaya, serta penggunaan pestisida secara bijak dan selektif.

Dalam rangka memperkuat implementasi PHT di Indonesia, pemantauan pestisida telah dilaksanakan di seluruh provinsi, termasuk di Papua. Hasil pemantauan dari tahun 1985 hingga 2017 menunjukkan bahwa residu pestisida terdeteksi di berbagai komoditas dan komponen lingkungan, seperti beras, telur ayam, buah-buahan, sayur-sayuran, tanah, air sawah, sungai, danau, kolam, air laut, serta pada fauna seperti burung air, ikan, katak, dan burung darat. Residu tersebut mencakup berbagai jenis insektisida (organoklorin, organofosfat, karbamat, dan piretroid) serta fungisida (seperti dimetomorf, fenobukarb, propineb, benomil, karbendazim, dan

tiametoksam). Meskipun penggunaan insektisida organoklorin telah dilarang, residunya masih ditemukan karena sifatnya yang sangat persisten di lingkungan (Ardiwinata et al., 2018).

Berbagai pelatihan teknis mengenai budidaya padi serta pengendalian hama dan penyakit telah dilaksanakan di Kabupaten Merauke untuk meningkatkan produktivitas padi (Badan Standardisasi Instrumen Pertanian, 2024). Namun, hingga kini belum terdapat informasi yang memadai mengenai dampak dari pelatihan dan lokakarya tersebut terhadap petani maupun hasil produksi padi di wilayah ini.

Keberhasilan penerapan PHT tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh karakteristik sosial-ekonomi petani (Rossi et al., 2019). Faktor-faktor seperti tingkat pendidikan, umur, pengalaman bertani, serta kondisi sosial lainnya berperan penting dalam menentukan kemampuan petani dalam mengadopsi inovasi teknologi pertanian, termasuk PHT. Petani dengan tingkat pendidikan dan pengalaman yang lebih tinggi cenderung memiliki pemahaman yang lebih baik terhadap prinsip-prinsip PHT serta lebih adaptif terhadap perubahan teknologi (Despotović et al., 2019).

Meskipun PHT telah lama diperkenalkan sebagai pendekatan pengendalian yang berkelanjutan, tingkat penerapannya di tingkat petani masih bervariasi. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang komprehensif untuk memetakan karakteristik petani, menganalisis tingkat penerapan PHT, serta mengkaji implikasinya terhadap produktivitas dan pendapatan usahatani padi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi peningkatan adopsi PHT guna mendukung pertanian berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini berfokus pada bagaimana karakteristik petani padi yang meliputi jenis kelamin, umur, tingkat pendidikan, dan pengalaman bertani mempengaruhi penerapan PHT. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji tingkat penerapan PHT di kalangan petani serta hubungan antara karakteristik petani dengan efektivitas penerapan PHT. Lebih lanjut, penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana penerapan PHT memberikan implikasi terhadap produktivitas dan pendapatan usahatani padi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik petani padi, menguji hubungan antara karakteristik petani dengan tingkat penerapan PHT, serta menganalisis pengaruh penerapan PHT terhadap produktivitas dan pendapatan usahatani padi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi peningkatan adopsi PHT guna mendukung pertanian yang lebih produktif dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai pada bulan April sampai dengan Mei 2025 di salah satu distrik sentra produksi padi, yaitu distrik Semangga, Kabupaten Merauke. Prosedur penelitian adalah menggunakan metode pemetaan yang dilakukan terhadap 39 petani di distrik tersebut. Seperangkat kuesioner yang terdiri dari pertanyaan mengenai demografi & karakteristik agronomi, input & output pertanian, biaya tenaga kerja, mesin pertanian yang digunakan, pengendalian hama & penyakit, dan penggunaan pestisida digunakan untuk penelitian ini. Analisis data menggunakan distribusi frekuensi relatif, deskripsi, dan analisis korelasi Pearson dengan menggunakan software statistik R[®] (Lucent Technologies).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bolpen, pensil, penghapus pensil, form survey yang berisi daftar pertanyaan. Sedangkan alat yang digunakan yaitu papan klip, kamera, dan alat pelindung diri (topi, sepatu lapangan, tabir surya).

Penelitian ini terdiri dari empat tahap, yaitu penyusunan kuesioner, pengambilan data, dan analisis data. Parameter karakteristik petani yang diamati adalah jenis kelamin (%), kelompok umur (%), pendidikan tertinggi (%), dan lamanya pengalaman bertani (%). Kemudian dilakukan pengambilan data terhadap parameter tingkat praktik PHT yang dilakukan petani, serta total pendapatan petani

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil analisis statistik parameter karakteristik petani (Tabel 1).

Tabel 1. Analisis statistik karakteristik petani di distrik Semangga

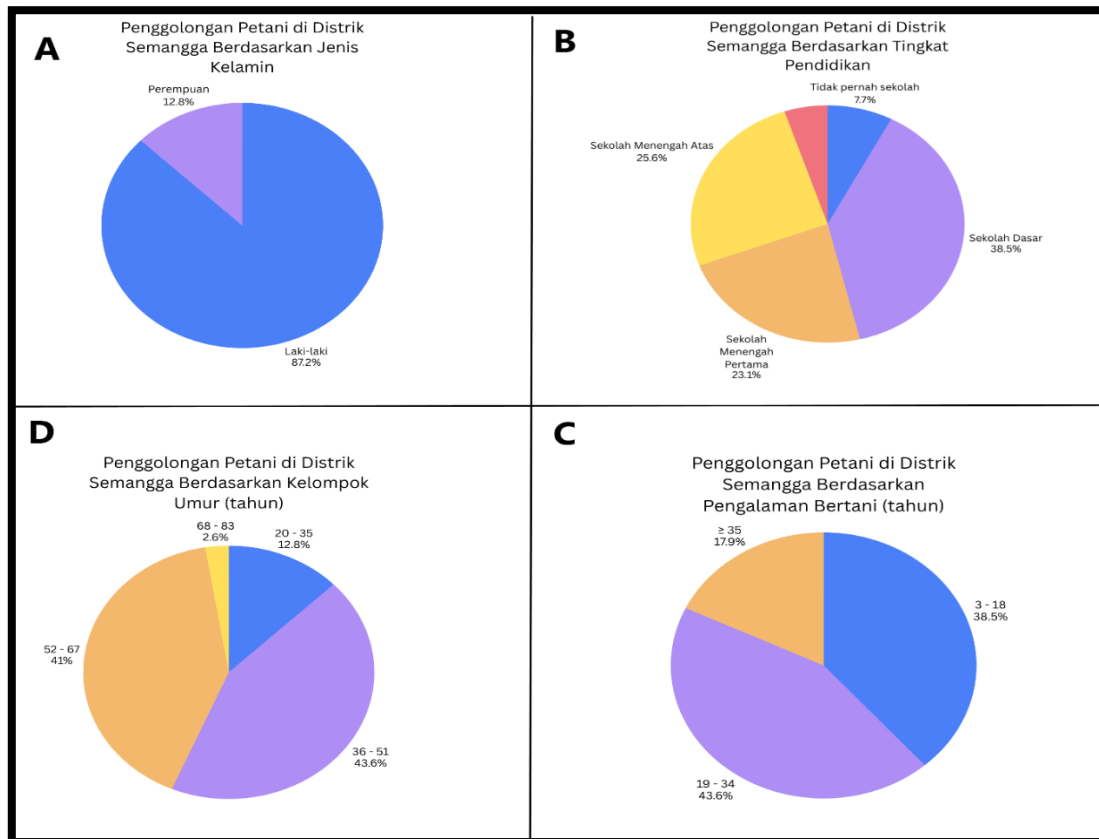
Kelompok	Persentase
Jenis Kelamin	
Perempuan	12,8
Laki-laki	87,2
Kelompok Umur (tahun)	
20 – 35	12,8
36 – 51	43,6
52 – 67	41,0
68 – 83	2,6
Pendidikan Terakhir	
Tidak pernah sekolah	7,7
Sekolah Dasar	38,5
Sekolah Menengah Pertama	23,1
Sekolah Menengah Atas	25,6
Sarjana	5,1
Pengalaman Bertani (tahun)	
3 – 18	38,5
19 – 34	43,6
≥ 35	17,9

Berdasarkan data karakteristik responden, mayoritas petani didominasi oleh laki-laki sebesar 87,2%, sedangkan perempuan hanya 12,8%. Hal ini menunjukkan bahwa peran laki-laki di distrik Semangga masih sangat dominan dalam kegiatan pertanian. Dari segi umur, sebagian besar petani berada pada rentang usia produktif hingga paruh baya, yaitu 36–51 tahun (43,6%) dan 52–67 tahun (41,0%), sementara kelompok usia muda 20–35 tahun relatif kecil (12,8%) dan usia lanjut 68–83 tahun hanya 2,6%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa regenerasi petani masih terbatas (Anwarudin et al., 2018).

Dilihat dari tingkat pendidikan, sebagian besar petani di Distrik Semangga memiliki latar belakang pendidikan yang relatif rendah, dengan dominasi lulusan Sekolah Dasar (38,5%), diikuti Sekolah Menengah Atas (25,6%) dan Sekolah Menengah Pertama (23,1%). Sementara itu, petani yang tidak pernah sekolah sebesar 7,7% dan yang berpendidikan sarjana hanya 5,1%. Rendahnya tingkat pendidikan ini dapat berpengaruh terhadap kemampuan petani dalam mengakses informasi, mengadopsi inovasi, serta memahami teknologi pertanian yang lebih modern (Despotović et al., 2019; Lane et al., 2023).

Aspek pengalaman bertani menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki pengalaman yang cukup panjang, yaitu 19–34 tahun (43,6%) dan 3–18 tahun (38,5%), serta sebagian lainnya memiliki pengalaman ≥35 tahun (17,9%). Hal ini menunjukkan bahwa petani umumnya telah memiliki pengetahuan praktis yang kuat berdasarkan pengalaman lapangan. Namun demikian, pengalaman yang panjang tidak selalu diiringi dengan penerapan inovasi baru, terutama jika tidak didukung oleh tingkat pendidikan dan akses informasi yang memadai (Sūmane et al., 2018). Oleh karena itu, diperlukan upaya penyuluhan dan pendampingan yang lebih intensif untuk meningkatkan kapasitas petani dalam mengadopsi praktik pertanian yang lebih efektif dan berkelanjutan (Antwi-Agyei & Stringer, 2021).

Analisis karakteristik petani dapat diilustrasikan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Penggolongan petani di distrik Semangga berdasarkan karakteristiknya; (A) berdasarkan jenis kelamin; (B) berdasarkan tingkat pendidikan; (C) berdasarkan pengalaman bertani; dan (D) berdasarkan kelompok umur.

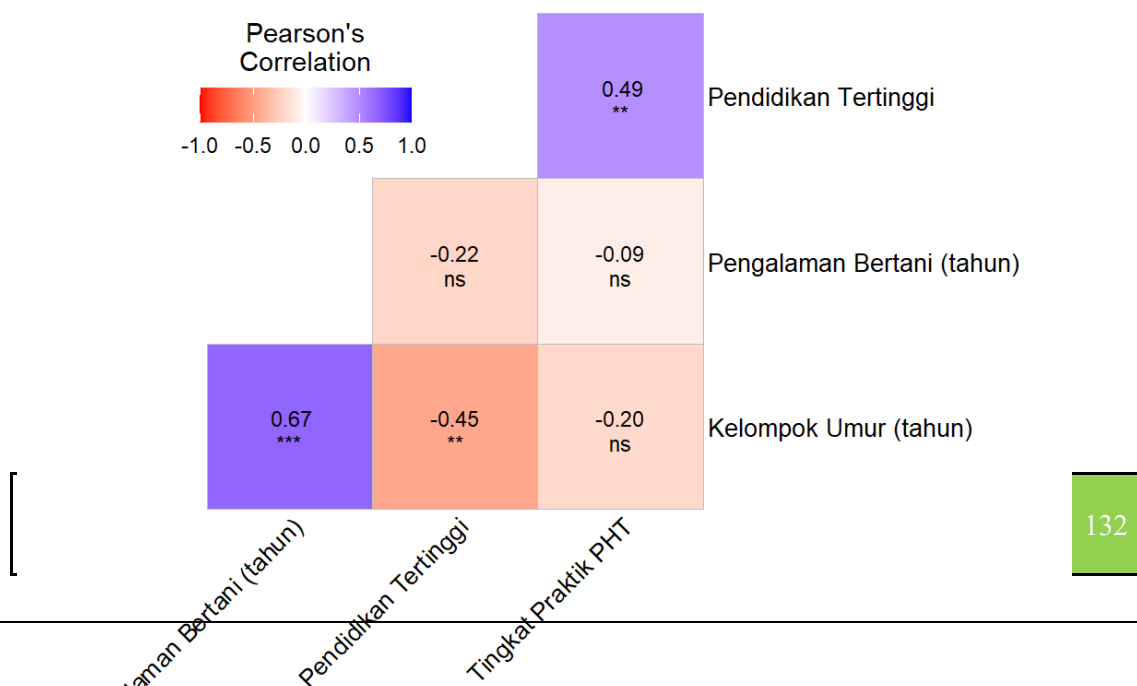
Analisis karakteristik ini kemudian dikorelasikan dengan tingkat praktik PHT para petani tersebut dan korelasi tingkat praktik PHT tersebut terhadap pendapatan petani. Tingkat praktik PHT dikategorikan menjadi:

1. Petani yang melaksanakan praktik PHT pada level 8 – 11 dikategorikan sebagai “rendah”;
2. Petani yang melaksanakan praktik PHT pada level 12 – 15 dikategorikan sebagai “sedang”; dan
3. Petani yang melaksanakan praktik PHT pada level ≥ 16 dikategorikan sebagai “tinggi”

Hasil analisis korelasi karakteristik petani dengan tingkat praktik PHT menunjukkan bahwa korelasi antara kelompok umur dan pengalaman bertani tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat praktik PHT. Hal ini mengindikasikan bahwa usia maupun lamanya pengalaman bertani tidak secara otomatis menentukan tingkat adopsi PHT (Despotović et al., 2019; Kabir & Rainis, 2015). Petani yang lebih tua atau berpengalaman cenderung mempertahankan praktik konvensional yang telah lama diterapkan dan dianggap aman, sehingga relatif kurang terbuka terhadap inovasi baru. Di sisi lain, petani yang lebih muda belum tentu memiliki akses informasi, pengetahuan, maupun pendampingan yang memadai untuk mengimplementasikan PHT secara optimal. Oleh karena itu, dibandingkan dengan faktor umur dan pengalaman, faktor pendidikan dan akses terhadap informasi memiliki peran yang lebih menentukan dalam mendorong adopsi PHT untuk mewujudkan pertanian yang berkelanjutan.

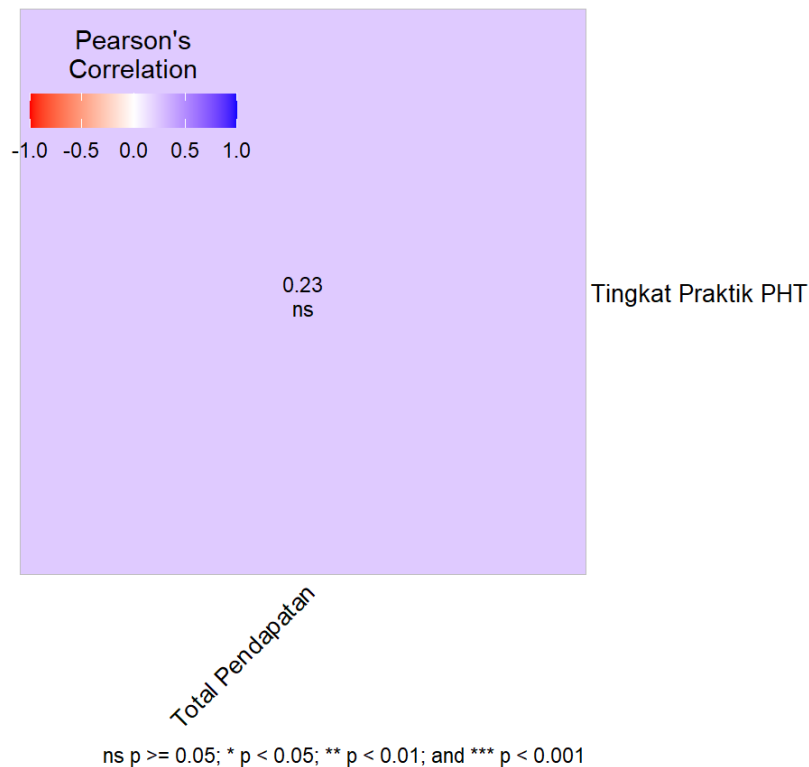
Korelasi antara tingkat pendidikan terakhir petani dengan tingkat praktik PHT menunjukkan hubungan yang sangat signifikan (

Gambar 2). Hal ini menggambarkan pendidikan sebagai faktor kunci dalam meningkatkan kapasitas petani untuk memahami, mengakses, dan mengadopsi konsep serta teknologi PHT (Bottrell & Schoenly, 2018; Despotović et al., 2019). Karakteristik petani lainnya (pengalaman bertani dan umur petani) tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan pengetahuan petani mengenai PHT. Petani dengan tingkat pendidikan yang lebih tinggi umumnya memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menerima inovasi, memahami informasi teknis, serta menerapkan teknik pengendalian yang lebih efektif dan ramah lingkungan. Namun demikian, petani dengan tingkat pendidikan formal yang rendah tetap memiliki peluang yang sama untuk menerapkan praktik PHT secara optimal, sepanjang didukung oleh akses informasi dan pembelajaran yang memadai. Peran Dinas Pertanian menjadi sangat penting melalui penyediaan informasi terkini, pelaksanaan penyuluhan, pelatihan, sekolah lapang, serta demonstrasi plot di tingkat kelompok tani. Dukungan yang berkelanjutan dari pemerintah tersebut tidak hanya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani, tetapi juga mendorong sikap yang lebih terbuka terhadap inovasi, sehingga petani mampu mengembangkan diri dan mengadopsi praktik PHT secara lebih efektif.



Gambar 2. Analisis korelasi antara karakteristik petani di Distrik Semangga dengan tingkat praktik PHT.

Berdasarkan analisis korelasi antara tingkat praktik PHT petani di Distrik Semangga terhadap pendapatan mereka diperoleh nilai koefisien korelasi rho (ρ) sebesar 0,228 yang menunjukkan bahwa korelasi antara tingkat penerapan PHT dengan pendapatan petani tidak signifikan (**Gambar 3**). Hal ini menunjukkan bahwa untuk saat ini, semakin tinggi tingkat penerapan PHT di Distrik Semangga, belum tentu diikuti oleh peningkatan pendapatan petani di distrik tersebut. Dengan kata lain, peningkatan penerapan PHT belum memberikan dampak yang nyata terhadap peningkatan pendapatan petani di Distrik Semangga. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor lain yang lebih dominan memengaruhi pendapatan petani, seperti luas lahan, fluktuasi harga komoditas, biaya input produksi, serta akses pasar. Selain itu, manfaat ekonomi dari PHT umumnya bersifat jangka panjang (misalnya efisiensi biaya pestisida dan keberlanjutan produksi), sehingga dalam jangka pendek belum terlihat pengaruh yang nyata terhadap pendapatan (Gautam et al., 2017; Jelsma et al., 2019).



Gambar 3. Analisis korelasi antara tingkat praktik PHT petani dengan total pendapatan mereka.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa adopsi praktik PHT pada petani lebih dipengaruhi oleh faktor kapasitas kognitif, khususnya tingkat pendidikan dan akses terhadap informasi, dibandingkan dengan faktor demografis seperti umur dan pengalaman bertani. Di sisi lain, belum signifikannya hubungan antara penerapan PHT dengan pendapatan menunjukkan bahwa manfaat ekonomi dari PHT tidak selalu bersifat langsung, melainkan memerlukan waktu, konsistensi penerapan, serta dukungan faktor eksternal lainnya. Meskipun demikian, PHT memiliki peran strategis dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan melalui pengurangan ketergantungan terhadap pestisida kimia, pelestarian lingkungan, serta peningkatan keseimbangan ekosistem pertanian. Oleh karena itu, upaya peningkatan adopsi PHT perlu difokuskan pada penguatan sistem penyuluhan, peningkatan akses informasi, serta pendampingan yang berkelanjutan bagi petani. Dengan pendekatan tersebut, penerapan PHT diharapkan tidak hanya meningkatkan kapasitas petani, tetapi juga mampu mendorong produktivitas yang lebih stabil, menjaga keberlanjutan sumber daya alam, serta secara bertahap meningkatkan kesejahteraan petani dalam jangka panjang.

KESIMPULAN

Tingkat praktik PHT petani tidak dipengaruhi secara signifikan oleh faktor umur dan pengalaman bertani, melainkan lebih ditentukan oleh tingkat pendidikan dan akses terhadap informasi. Pendidikan memiliki hubungan yang sangat signifikan dengan tingkat penerapan PHT, sehingga menjadi faktor kunci dalam meningkatkan kemampuan petani dalam memahami dan mengadopsi teknologi pengendalian hama yang lebih efektif dan ramah lingkungan. Namun demikian, petani dengan tingkat pendidikan rendah tetap memiliki peluang untuk menerapkan PHT secara optimal apabila didukung oleh penyuluhan, pelatihan, serta pendampingan yang berkelanjutan. Selain itu, hubungan antara tingkat praktik PHT dengan pendapatan petani menunjukkan korelasi positif tetapi tidak signifikan, yang mengindikasikan bahwa peningkatan

penerapan PHT belum secara langsung berdampak pada peningkatan pendapatan dalam jangka pendek. Hal ini disebabkan oleh adanya faktor-faktor lain yang lebih dominan memengaruhi pendapatan, serta karakteristik manfaat PHT yang cenderung bersifat jangka panjang.

Penerapan PHT merupakan bagian penting dalam mewujudkan sistem pertanian berkelanjutan, meskipun dampak ekonominya tidak selalu langsung terlihat. Oleh karena itu, diperlukan upaya strategis melalui penguatan kapasitas petani, peningkatan akses informasi, serta dukungan kelembagaan yang berkelanjutan agar adopsi PHT dapat meningkat dan memberikan manfaat yang lebih luas, baik dari aspek ekonomi, lingkungan, maupun keberlanjutan pertanian di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antwi-Agyei, P., & Stringer, L. C. (2021). Improving the effectiveness of agricultural extension services in supporting farmers to adapt to climate change: Insights from northeastern Ghana. *Climate Risk Management*, 32, 100304.
- Anwarudin, O., Sumardjo, S., Satria, A., & Fatchiya, A. (2018). A review on farmer regeneration and its determining factors in Indonesia. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 10(2), 218–230.
- Ardiwinata, A. N., Ginoga, L. N., Sulaeman, E., & Harsanti, E. S. (2018). Pesticide residue monitoring on agriculture in Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 12(2), 133–144.
- Badan Standardisasi Instrumen Pertanian. (2024, April 23). Bimtek Pengendalian Hama Penyakit untuk Meningkatkan Produktivitas Padi di Merauke. <https://papua.bsip.pertanian.go.id/berita/bimtek-pengendalian-hama-penyakit-untuk-meningkatkan-produktivitas-padi-di-merauke>.
- Bottrell, D. G., & Schoenly, K. G. (2018). Integrated pest management for resource-limited farmers: challenges for achieving ecological, social and economic sustainability. *The Journal of Agricultural Science*, 156(3), 408–426.
- Despotović, J., Rodić, V., & Caracciolo, F. (2019). Factors affecting farmers' adoption of integrated pest management in Serbia: An application of the theory of planned behavior. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1196–1205.
- Direktorat Pupuk dan Pestisida. (2016). *Pestisida Pertanian dan Kehutanan Tahun 2016*.
- Gautam, S., Schreinemachers, P., Uddin, M. N., & Srinivasan, R. (2017). Impact of training vegetable farmers in Bangladesh in integrated pest management (IPM). *Crop Protection*, 102, 161–169.
- Jelsma, I., Woittiez, L. S., Ollivier, J., & Dharmawan, A. H. (2019). Do wealthy farmers implement better agricultural practices? An assessment of implementation of Good Agricultural Practices among different types of independent oil palm smallholders in Riau, Indonesia. *Agricultural Systems*, 170, 63–76.
- Kabir, M. H., & Rainis, R. (2015). Adoption and intensity of integrated pest management (IPM) vegetable farming in Bangladesh: An approach to sustainable agricultural development. *Environment, Development and Sustainability*, 17(6), 1413–1429.
- Lane, D. E., Walker, T. J., & Grantham, D. G. (2023). IPM adoption and impacts in the United States. *Journal of Integrated Pest Management*, 14(1), 1.
- Limbongan, A. A., Campbell, S. D., & Galea, V. J. (2021). Novel encapsulated herbicide delivery mechanism: Its efficacy in mimosa bush (*Vachellia farnesiana*) control. *Plants (Basel)*, 10(11), 2505. <https://doi.org/10.3390/plants10112505>

- Prasad, R., Shivay, Y. S., & Kumar, D. (2017). Current status, challenges, and opportunities in rice production. *Rice Production Worldwide*, 1–32.
- Rossi, V., Sperandio, G., Caffi, T., Simonetto, A., & Gilioli, G. (2019). Critical success factors for the adoption of decision tools in IPM. *Agronomy*, 9(11), 710.
- Šūmane, S., Kunda, I., Knickel, K., Strauss, A., Tisenkopfs, T., des Ios Rios, I., Rivera, M., Chebach, T., & Ashkenazy, A. (2018). Local and farmers' knowledge matters! How integrating informal and formal knowledge enhances sustainable and resilient agriculture. *Journal of Rural Studies*, 59, 232–241.
- Sutardi, C., Apriyana, Y., Rejekiningrum, P., Alifia, A. D., Ramadhani, F., Darwis, V., Setyowati, N., Setyono, D. E. D., Gunawan, & Malik, A. (2022). The transformation of rice crop technology in Indonesia: Innovation and sustainable food security. *Agronomy*, 13(1), 1.