

PERAN PENYULUH PERTANIAN DALAM OPTIMALISASI PEMANFAATAN MEDIA PENYULUHAN UNTUK MENDUKUNG SWASEMBADA PANGAN NASIONAL DI KABUPATEN BONE

THE ROLE OF AGRICULTURAL EXTENSION AGENTS IN OPTIMIZING THE UTILIZATION OF EXTENSION MEDIA TO SUPPORT NATIONAL FOOD SELF-SUFFICIENCY IN BONE REGENCY, INDONESIA

Muzakkir Azis^{1*}, Arif Sirajuddin², Ikhwan Arsul³, Tri Septiani⁴, Sema Sema⁵

^{1,2,3} Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia

⁴Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan, Universitas Puangrimanggalatung, Sengkang, Wajo, Indonesia

⁵Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan, Universitas Puangrimanggalatung, Sengkang, Wajo, Indonesia

*Email penulis korespondensi: muzakkirazis1976@gmail.com

Abstrak

Transformasi sistem penyuluhan pertanian menjadi tantangan penting dalam mendukung percepatan swasembada pangan, terutama di tengah perkembangan digitalisasi, keterbatasan sumber daya penyuluh, dan rendahnya literasi digital sebagian petani. Penelitian ini bertujuan menganalisis peran penyuluh dalam mengoptimalkan pemanfaatan media penyuluhan, mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi efektivitasnya, serta menguji pengaruhnya terhadap adopsi inovasi dan produktivitas usahatani melalui pengembangan Integrated Agricultural Extension Media Model (IAEMM). Metode yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan *explanatory survey* terhadap 300 penyuluh pertanian dan petani di Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Data dianalisis menggunakan *Structural Equation Modeling–Partial Least Squares* (SEM-PLS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompetensi penyuluh dan dukungan kelembagaan berpengaruh terhadap pemanfaatan media penyuluhan, sedangkan adopsi inovasi dipengaruhi oleh kompetensi penyuluh, media penyuluhan, karakteristik petani, dan dukungan kelembagaan. Adopsi inovasi menjadi faktor paling dominan dalam meningkatkan produktivitas usahatani ($f^2 = 0,566$). Model IAEMM juga memiliki kemampuan prediksi dan kesesuaian yang baik ($R^2 = 0,581-0,732$; $Q^2 = 0,392-0,518$; SRMR = 0,056). Temuan ini menegaskan bahwa integrasi penyuluhan konvensional dan digital mampu memperkuat efektivitas penyuluhan serta mendukung kebijakan percepatan swasembada pangan nasional.

Kata kunci: Digitalisasi Pertanian, Media Penyuluhan, Penyuluh Pertanian, Swasembada Pangan

Abstract

The transformation of agricultural extension systems has become a critical challenge in accelerating national food self-sufficiency, particularly amid the rapid advancement of digitalization, limited extension personnel, and the low digital literacy of many farmers. This study aimed to analyze the role of agricultural extension agents in optimizing the use of extension media, identify the factors influencing its effectiveness, and examine its effects on innovation adoption and farm productivity through the development of the Integrated Agricultural Extension Media Model (IAEMM). A quantitative research design employing an explanatory survey was conducted involving 300 agricultural extension agents and farmers in Bone Regency, South Sulawesi, Indonesia. Data were analyzed using Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS). The results revealed that extension agents' competence and institutional support significantly influenced the utilization of extension media. Furthermore, innovation adoption was significantly affected by extension agents' competence, extension media, farmers' characteristics, and institutional support. Innovation adoption emerged as the most dominant factor in enhancing farm productivity ($f^2 = 0.566$). The IAEMM also demonstrated strong predictive capability and model fit ($R^2 = 0.581-0.732$; $Q^2 = 0.392-0.518$; SRMR = 0.056). These findings highlight that integrating conventional and digital extension approaches can substantially improve the effectiveness of agricultural extension services and support policies aimed at accelerating national food self-sufficiency.

Keywords: Agricultural Extension Agents, Agricultural Digitalization, Extension Media, Food Self-Sufficiency

PENDAHULUAN

Sektor pertanian memiliki peran strategis dalam menjaga ketahanan pangan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat pedesaan, mengurangi kemiskinan, serta mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), khususnya tujuan kedua (*Zero Hunger*). Namun, sistem pangan global menghadapi tantangan yang semakin kompleks akibat pertumbuhan penduduk, perubahan iklim, degradasi sumber daya alam, dan gangguan rantai pasok pangan. Sebagai respons, Indonesia menempatkan percepatan swasembada pangan sebagai prioritas pembangunan melalui peningkatan produktivitas, penguatan kelembagaan petani, pengembangan kapasitas sumber daya manusia, serta percepatan adopsi inovasi dan teknologi. Dalam konteks tersebut, penyuluh pertanian berperan sebagai penghubung penelitian, pemerintah, dan petani melalui edukasi, fasilitasi, komunikasi, serta pendampingan inovasi. Sistem penyuluhan efektif dapat meningkatkan kapasitas petani, mempercepat difusi inovasi, meningkatkan efisiensi usahatani, dan memperkuat daya saing pertanian. (Birner et al., 2021; Mockshell & Birner, 2021; FAO, 2022; World Bank, 2023; Klerkx & Rose, 2022).

Perkembangan *Information and Communication Technology* (ICT) mendorong transformasi penyuluhan menuju layanan digital melalui aplikasi telepon pintar, media sosial, *e-extension*, video, webinar, sistem informasi pertanian, dan *Artificial Intelligence* (AI). Media digital memperluas akses informasi, mempercepat adopsi inovasi, serta mendukung pengambilan keputusan budidaya, pengendalian hama, manajemen usahatani, dan akses pasar. Namun, efektivitasnya dipengaruhi kompetensi penyuluh, literasi digital petani, infrastruktur, persepsi manfaat, kemudahan penggunaan, kepercayaan terhadap informasi, dan dukungan kelembagaan (Steinke et al., 2021; Mittal & Mehar, 2021; Klerkx et al., 2022; Aker et al., 2022; Fabregas et al., 2023; FAO, 2023).

Implementasi penyuluhan digital masih terkendala oleh keterbatasan akses internet, rendahnya literasi digital, terbatasnya perangkat teknologi, kurangnya pelatihan penyuluh, serta belum optimalnya kebijakan digitalisasi pertanian. FAO (2023) menegaskan bahwa transformasi digital memerlukan penguatan kapasitas sumber daya manusia dan kelembagaan selain dukungan teknologi. Oleh karena itu, pendekatan *hybrid extension*, yang mengintegrasikan penyuluhan tatap muka dengan media digital, dinilai lebih adaptif dalam menjangkau karakteristik petani yang beragam (Steinke et al., 2021; Klerkx et al., 2022). Kabupaten Bone menghadapi tantangan penyuluhan berupa luas wilayah, keterbatasan penyuluh, kondisi geografis, dan rendahnya literasi digital petani. Penelitian terdahulu masih mengkaji faktor secara terpisah, sehingga integrasi kompetensi penyuluh, *hybrid extension*, karakteristik petani, kelembagaan, adopsi inovasi, dan produktivitas masih terbatas (Klerkx & Rose, 2022).

Penelitian ini bertujuan menganalisis peran penyuluh, efektivitas media penyuluhan, adopsi inovasi, dan produktivitas usahatani dalam mendukung swasembada pangan. Kebaruannya berupa *Integrated Agricultural Extension Media Model* (IAEMM) yang mengintegrasikan seluruh variabel menggunakan SEM-PLS sebagai dasar pengembangan teori dan kebijakan penyuluhan pertanian modern.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Februari 2026 di Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. Pemilihan lokasi dilakukan secara *purposive sampling*,

karena salah satu sentra produksi pangan strategis di Sulawesi Selatan serta memiliki jumlah penyuluh pertanian dan kelompok tani yang relatif besar sehingga representatif untuk mengkaji optimalisasi pemanfaatan media penyuluhan dalam mendukung swasembada pangan nasional.

Jenis dan Sumber Data

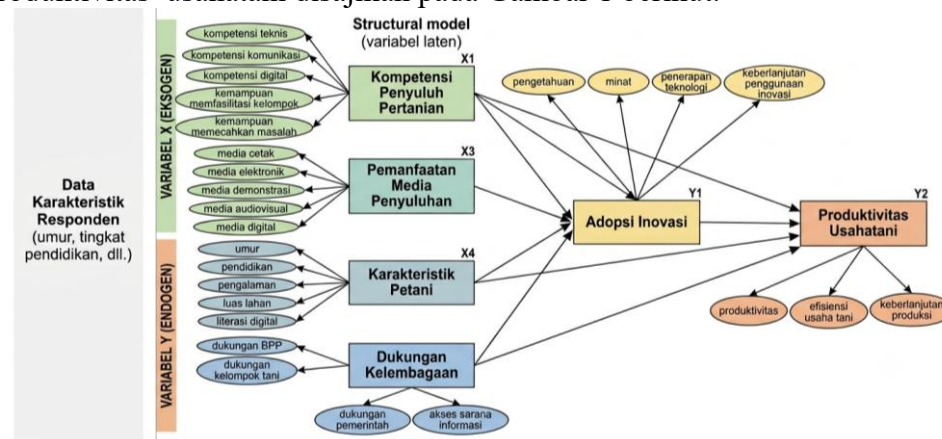
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan *explanatory research*. Penelitian menggunakan desain survei (*cross-sectional survey*), yaitu pengumpulan data dilakukan pada satu periode waktu tertentu melalui penyebaran kuesioner kepada responden (umur, tingkat pendidikan, pengalaman bertani, luas lahan, pengalaman mengikuti penyuluhan, tingkat kepemilikan teknologi informasi). Penelitian menggunakan dua jenis sumber data, yaitu: data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui penyebaran kuesioner. Data sekunder diperoleh dari: Dinas terkait, publikasi ilmiah, buku, dan laporan penelitian yang relevan.

Variabel Data

Data variabel penelitian yaitu variabel laten dalam IAEMM terdiri atas:

1. Kompetensi Penyuluh Pertanian (X1) Indikator: kompetensi teknis, kompetensi komunikasi, kompetensi digital, kemampuan memfasilitasi kelompok, kemampuan memecahkan masalah.
2. Pemanfaatan Media Penyuluhan (X2) Indikator: media cetak, media elektronik, media demonstrasi, media audiovisual, media digital (WhatsApp, YouTube, media sosial, aplikasi pertanian)
3. Karakteristik Petani (X3) Indikator: umur, pendidikan, pengalaman, luas lahan, literasi digital
4. Dukungan Kelembagaan (X4) Indikator: dukungan BPP, dukungan kelompok tani, dukungan pemerintah, akses sarana informasi
5. Adopsi Inovasi (Y1) Indikator: pengetahuan, minat, penerapan teknologi, keberlanjutan penggunaan inovasi
6. Produktivitas Usahatani (Y2) Indikator: produktivitas, efisiensi usaha tani, peningkatan pendapatan, keberlanjutan produksi.

Berikut diagram analisis path pengaruh variabel IAEMM terhadap adopsi inovasi dan produktivitas usahatani disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram analisis path: pengaruh variabel IAEMM terhadap adopsi inovasi dan produktivitas usahatani

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian meliputi seluruh penyuluh pertanian lapangan (PPL) dan petani anggota kelompok tani di Kabupaten Bone. Teknik pengambilan sampel menggunakan

multistage sampling. Jumlah sampel minimum mengikuti ketentuan SEM-PLS, yaitu 5–10 kali jumlah indikator (Hair et al., 2022). Dengan sekitar 35–40 indikator, jumlah responden yang direkomendasikan berkisar 250–400 responden, sehingga penelitian ini melibatkan sekitar 300 responden yang terdiri atas penyuluh pertanian dan petani.

Metode analisis data

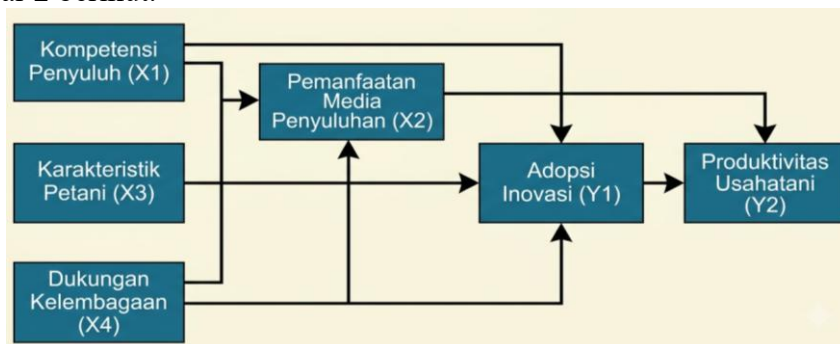
Metode evaluasi model pengukuran dilakukan melalui: outer loading ($>0,70$); Average Variance Extracted (AVE $>0,50$); Composite Reliability ($>0,70$); Cronbach's Alpha ($>0,70$); Discriminant Validity menggunakan kriteria Fornell–Larcker dan HTMT ($<0,90$), Evaluasi model struktural meliputi: koefisien determinasi (R^2); predictive relevance (Q^2); effect size (f^2); Standardized Root Mean Square Residual (SRMR $<0,08$); Variance Inflation Factor (VIF <5) untuk menguji multikolinearitas. Pengembangan model IAEMM berdasarkan hasil analisis SEM-PLS.

Model Konseptual IAEMM

Struktur hubungan antarvariabel yang akan diuji dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Kompetensi Penyuluh (X1) → Pemanfaatan Media Penyuluhan (X2)
- Kompetensi Penyuluh (X1) → Adopsi Inovasi (Y1)
- Pemanfaatan Media Penyuluhan (X2) → Adopsi Inovasi (Y1)
- Karakteristik Petani (X3) → Adopsi Inovasi (Y1)
- Dukungan Kelembagaan (X4) → Pemanfaatan Media Penyuluhan (X2)
- Dukungan Kelembagaan (X4) → Adopsi Inovasi (Y1)
- Adopsi Inovasi (Y1) → Produktivitas Usahatani (Y2)
- Pemanfaatan Media Penyuluhan (X2) → Produktivitas Usahatani (Y2)

Berikut model konseptual IAEMM struktur hubungan antara variabel di sajikan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Model konseptual IAEMM struktur hubungan antara variabel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan 300 responden yang terdiri atas penyuluh pertanian lapangan dan petani anggota kelompok tani. Karakteristik responden dianalisis untuk memberikan gambaran mengenai kondisi sosial ekonomi dan kapasitas sumber daya manusia dalam menginterpretasikan hubungan antarvariabel model IAEMM. Adapun karakteristik responden disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Karakteristik Responden

Karakteristik	Kategori	Jumlah	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	198	66,0
	Perempuan	102	34,0
Usia (tahun)	<35	56	18,7
	35–45	91	30,3
	46–55	98	32,7
	>55	55	18,3
Pendidikan	SD	42	14,0
	SMP	79	26,3
	SMA	128	42,7
	Diploma/Sarjana	51	17,0
Pengalaman Bertani	<10 tahun	64	21,3
	10–20 tahun	118	39,3
	>20 tahun	118	39,3
Luas Lahan	<0,5 ha	71	23,7
	0,5–1 ha	126	42,0
	>1 ha	103	34,3
Kepemilikan Smartphone	Ya	269	89,7
	Tidak	31	10,3
Menggunakan WhatsApp untuk Penyuluhan	Ya	248	82,7
	Tidak	52	17,3

Sumber. Data Primer Diolah (2026)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa mayoritas responden berada pada kelompok usia produktif (35–55 tahun), yaitu sebesar 63,0%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar petani berada pada rentang usia yang relatif masih produktif dalam menerima inovasi teknologi pertanian. Selain itu, dominasi tingkat pendidikan SMA (42,7%) menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki kemampuan dasar yang cukup untuk memahami materi penyuluhan, baik melalui media konvensional maupun media digital. Sebanyak 89,7% responden telah memiliki telepon pintar (smartphone), sedangkan 82,7% telah memanfaatkan aplikasi WhatsApp sebagai media komunikasi dengan penyuluh pertanian.

Temuan ini menggambarkan bahwa transformasi digital penyuluhan di Kabupaten Bone memiliki peluang yang besar untuk dikembangkan melalui pendekatan *hybrid extension*, yaitu kombinasi penyuluhan tatap muka dan media digital. Kondisi tersebut sejalan dengan perkembangan sistem penyuluhan modern yang menekankan pentingnya integrasi teknologi informasi dalam mempercepat diseminasi inovasi dan meningkatkan efektivitas layanan penyuluhan (Klerkx & Rose, 2022; Rose et al., 2023; FAO, 2024).

Analisis Deskriptif Variabel Penelitian

Analisis deskriptif dilakukan untuk mengetahui persepsi responden terhadap setiap konstruk dalam model IAEMM. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert lima poin, di mana nilai rata-rata yang semakin tinggi menunjukkan persepsi yang semakin positif terhadap variabel yang diukur.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Kategori
Kompetensi Penyuluh	4,26	0,54	Sangat Baik
Pemanfaatan Media Penyuluhan	4,18	0,61	Baik
Karakteristik Petani	3,94	0,58	Baik
Dukungan Kelembagaan	4,02	0,63	Baik
Adopsi Inovasi	4,09	0,56	Baik
Produktivitas Usahatani	4,14	0,59	Baik

Sumber. Data Primer Diolah (2026)

Berdasarkan Tabel 2, variabel kompetensi penyuluh memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,26, menunjukkan bahwa penyuluh pertanian di Kabupaten Bone dinilai memiliki kemampuan teknis, komunikasi, dan fasilitasi kelompok tani yang baik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Davis & Sulaiman (2023); Klerkx et al., (2024). bahwa kompetensi penyuluh berpengaruh terhadap keberhasilan adopsi teknologi dan peningkatan kapasitas petani

Pemanfaatan media penyuluhan memperoleh skor rata-rata 4,18, menunjukkan bahwa kombinasi media konvensional dan digital telah diterapkan dalam proses penyampaian informasi melalui demonstrasi lapang, media cetak, video, media sosial, dan aplikasi pesan instan. Pendekatan *hybrid extension* ini mampu memperluas akses informasi serta meningkatkan interaksi penyuluh dan petani (FAO, 2024; Rivera & Qamar, 2023). Dukungan kelembagaan (4,02), adopsi inovasi (4,09), dan produktivitas usahatani (4,14) juga menunjukkan peran penting ekosistem penyuluhan dalam mendorong penerapan inovasi dan peningkatan kinerja usaha tani (Klerkx & Rose, 2022; OECD, 2023).

Evaluasi Model Pengukuran (Outer Model)

Evaluasi outer model bertujuan untuk menguji kualitas instrumen penelitian dalam mengukur konstruk laten pada IAEMM. Pengujian dilakukan melalui analisis validitas konvergen (convergent validity), validitas diskriminan (discriminant validity), dan reliabilitas konstruk. Menurut Hair et al. (2022), suatu konstruk dinyatakan memenuhi persyaratan apabila memiliki nilai outer loading $\geq 0,70$, Average Variance Extracted (AVE) $\geq 0,50$, Composite Reliability (CR) $\geq 0,70$, dan Cronbach's Alpha $\geq 0,70$.

Validitas Konvergen (Convergent Validity)

Validitas konvergen menunjukkan kemampuan indikator dalam merepresentasikan konstruk laten yang diukur. Hasil analisis menunjukkan seluruh indikator memiliki nilai outer loading di atas batas minimum 0,70 sehingga seluruh indikator dinyatakan valid.

Tabel 3. Nilai Outer Loading Seluruh Konstruk IAEMM

Variabel	Indikator	Outer Loading
Kompetensi Penyuluh (X1)	X1.1 Kompetensi Teknis	0,842
	X1.2 Kompetensi Komunikasi	0,879
	X1.3 Kompetensi Digital	0,887
	X1.4 Kemampuan Memfasilitasi	0,851
	X1.5 Problem Solving	0,824
Media Penyuluhan (X2)	X2.1 Media Cetak	0,782
	X2.2 Media Elektronik	0,845
	X2.3 Demonstrasi Lapang	0,876

Variabel	Indikator	Outer Loading
Karakteristik Petani (X3)	X2.4 Audiovisual	0,832
	X2.5 Media Digital	0,914
	X3.1 Umur	0,741
	X3.2 Pendidikan	0,793
	X3.3 Pengalaman	0,828
	X3.4 Luas Lahan	0,802
Dukungan Kelembagaan (X4)	X3.5 Literasi Digital	0,881
	X4.1 Dukungan BPP	0,831
	X4.2 Kelompok Tani	0,864
	X4.3 Pemerintah	0,842
Adopsi Inovasi (Y1)	X4.4 Akses Informasi	0,879
	Y1.1 Pengetahuan	0,858
	Y1.2 Minat	0,891
	Y1.3 Penerapan Teknologi	0,904
Produktivitas Usahatani (Y2)	Y1.4 Keberlanjutan	0,876
	Y2.1 Produktivitas	0,872
	Y2.2 Efisiensi	0,886
	Y2.3 Pendapatan	0,893
	Y2.4 Keberlanjutan Produksi	0,881

Sumber: Data Primer Diolah (2026)

Hasil evaluasi outer model menunjukkan bahwa seluruh indikator penelitian memiliki nilai outer loading sebesar 0,741–0,914, sehingga memenuhi kriteria validitas konvergen PLS-SEM ($\geq 0,70$). Hal ini menunjukkan bahwa setiap indikator mampu merefleksikan konstruk laten secara kuat dan tidak terdapat indikator yang perlu dieliminasi. Menurut Hair et al. (2022), nilai outer loading $>0,70$ menunjukkan bahwa indikator memiliki kemampuan representatif dalam membentuk konstruk penelitian.

Nilai outer loading tertinggi terdapat pada indikator media digital (0,914) pada konstruk pemanfaatan media penyuluhan. Temuan ini menegaskan bahwa media digital menjadi komponen penting dalam meningkatkan efektivitas penyuluhan melalui pendekatan *digital extension* dan *hybrid extension*. Pemanfaatan WhatsApp, YouTube, media sosial, dan aplikasi pertanian mendukung perluasan akses informasi serta percepatan transfer inovasi. Hal ini sejalan dengan Klerkx dan Rose (2022) serta Savitri dan Rafani (2024) yang menekankan pentingnya digitalisasi dalam memperkuat konektivitas dan efektivitas penyuluhan. Pada konstruk kompetensi penyuluh, indikator kompetensi digital (0,887) dan komunikasi (0,879) menjadi faktor dominan, sesuai tuntutan *Agriculture 4.0* (Ingram & Mills, 2022; Davis & Sulaiman, 2023). Sementara itu, literasi digital petani (0,881) menunjukkan peran penting dalam adopsi inovasi pertanian (Chandra et al., 2024; Lu et al., 2024), sehingga menjadi aspek strategis dalam pengembangan IAEMM berbasis teknologi.

Uji Average Variance Extracted (AVE)

AVE digunakan untuk mengukur proporsi varians indikator yang mampu dijelaskan oleh konstruk laten.

Tabel 4. Nilai AVE

Variabel	AVE
Kompetensi Penyuluh	0,734
Media Penyuluhan	0,715
Karakteristik Petani	0,648
Dukungan Kelembagaan	0,726
Adopsi Inovasi	0,781
Produktivitas Usahatani	0,774

Sumber. Data Primer Diolah (2026)

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh konstruk memiliki nilai AVE sebesar 0,648–0,781, yang telah melampaui batas minimum 0,50. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh konstruk memenuhi kriteria validitas konvergen dan mampu menjelaskan lebih dari 50% variasi indikator pembentuknya. Nilai AVE tertinggi diperoleh pada konstruk adopsi inovasi (0,781), yang menunjukkan kemampuan kuat dalam merepresentasikan perilaku petani dalam menerima dan menerapkan teknologi baru. Temuan ini mendukung teori difusi inovasi Rogers bahwa proses adopsi dipengaruhi oleh tahapan pengetahuan, persuasi, keputusan, implementasi, dan konfirmasi. Selanjutnya, nilai AVE konstruk media penyuluhan (0,715) menunjukkan bahwa integrasi media konvensional dan digital dalam konsep *hybrid agricultural extension* mampu memperkuat efektivitas transfer inovasi kepada petani (Rose et al., 2023; OECD, 2023).

Uji reliabilitas konstruk (composite reliability dan cronbach's alpha)

Setelah seluruh indikator memenuhi validitas konvergen, tahap berikutnya adalah mengevaluasi reliabilitas konstruk. Reliabilitas bertujuan mengetahui konsistensi internal setiap indikator dalam mengukur konstruk laten. Menurut Hair et al. (2022), suatu konstruk dinyatakan reliabel apabila memiliki nilai Composite Reliability (CR) $\geq 0,70$ dan Cronbach's Alpha $\geq 0,70$.

Tabel 5. Hasil Uji Reliabilitas Konstruk

Variabel	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	Keterangan
Kompetensi Penyuluh (X1)	0,909	0,932	Reliabel
Pemanfaatan Media Penyuluhan (X2)	0,900	0,926	Reliabel
Karakteristik Petani (X3)	0,864	0,902	Reliabel
Dukungan Kelembagaan (X4)	0,875	0,915	Reliabel
Adopsi Inovasi (Y1)	0,906	0,934	Reliabel
Produktivitas Usahatani (Y2)	0,902	0,931	Reliabel

Sumber. Data Primer Diolah (2026)

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh konstruk memiliki nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,864–0,909 dan Composite Reliability (CR) berkisar antara 0,902–0,934. Nilai tersebut telah melampaui batas minimum yang direkomendasikan, sehingga instrumen penelitian dinyatakan memiliki reliabilitas internal yang sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh indikator mampu mengukur konstruk secara konsisten dan stabil untuk analisis hubungan struktural antarvariabel.

Konstruk Kompetensi Penyuluh menunjukkan reliabilitas tinggi, menegaskan kuatnya indikator kompetensi teknis, komunikasi, digital, fasilitasi kelompok, dan pemecahan masalah. Penyuluh modern berperan sebagai *innovation broker* yang menghubungkan petani dengan pengetahuan, teknologi, dan jejaring kelembagaan (Klerkx & Rose, 2022). Konstruk Pemanfaatan Media Penyuluhan juga memiliki

konsistensi tinggi ($CR = 0,926$), merepresentasikan integrasi media cetak, elektronik, audiovisual, dan digital dalam pendekatan *hybrid extension*. Integrasi tersebut memperluas jangkauan layanan dan mempercepat inovasi (FAO, 2024). Reliabilitas tinggi pada Adopsi Inovasi dan Produktivitas menunjukkan keterkaitan penyuluhan dengan perubahan perilaku serta peningkatan kinerja usahatani (Davis & Sulaiman, 2023).

Uji Validitas Diskriminan (Discriminant Validity)

Validitas diskriminan bertujuan memastikan bahwa setiap konstruk memiliki karakteristik yang berbeda dan mampu mengukur konsep yang berbeda dari konstruk lainnya. Evaluasi dilakukan menggunakan kriteria Fornell–Larcker.

Tabel 6. Hasil Uji Validitas Diskriminan (Fornell–Larcker Criterion)

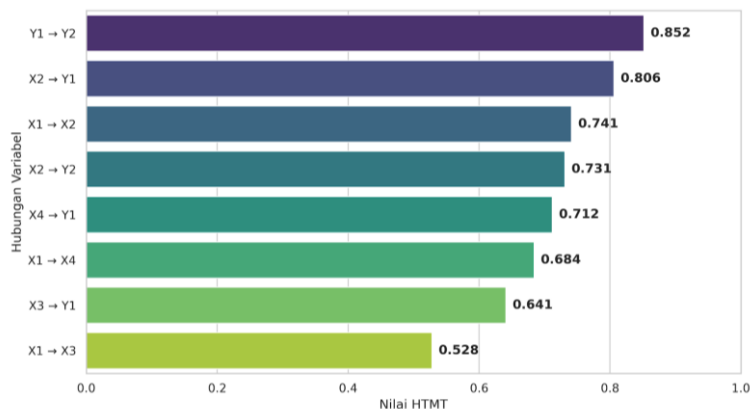
Variabel	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2
Kompetensi Penyuluh (X1)	0,857					
Media Penyuluhan (X2)	0,648	0,846				
Karakteristik Petani (X3)	0,472	0,538	0,805			
Dukungan Kelembagaan (X4)	0,601	0,659	0,489	0,852		
Adopsi Inovasi (Y1)	0,684	0,719	0,598	0,631	0,884	
Produktivitas Usahatani (Y2)	0,603	0,677	0,551	0,598	0,781	0,880

Sumber. Data Primer Diolah (2026)

Hasil pengujian validitas diskriminan menunjukkan bahwa nilai akar kuadrat AVE pada setiap konstruk lebih tinggi dibandingkan korelasi antar konstruk, sehingga seluruh variabel memenuhi kriteria Fornell–Larcker. Temuan ini menegaskan bahwa setiap konstruk mampu merepresentasikan konsep yang berbeda secara empiris (Hair et al., 2022). Korelasi tertinggi terdapat pada Adopsi Inovasi dan Produktivitas Usahatani (0,781), yang menunjukkan bahwa peningkatan adopsi teknologi berkontribusi terhadap peningkatan kinerja usaha tani melalui proses pembelajaran dan penerapan inovasi (Rogers, 2020; Klerkx & Begemann, 2020). Selain itu, hubungan kompetensi penyuluh dan pemanfaatan media penyuluhan memperkuat peran penyuluh sebagai penggerak inovasi dalam Agricultural Innovation Systems (Rivera-Ferre et al., 2021; OECD-FAO, 2022).

Uji Heterotrait–Monotrait Ratio (HTMT)

Selain menggunakan kriteria Fornell–Larcker, validitas diskriminan juga dievaluasi menggunakan metode HTMT (Heterotrait–Monotrait Ratio) yang saat ini direkomendasikan sebagai pendekatan yang lebih sensitif dalam mendeteksi masalah validitas diskriminan.



Gambar 3. Grafik Hasil Uji HTMT

Evaluasi *outer model* dilakukan untuk memastikan kualitas instrumen IAEMM melalui pengujian validitas konvergen, diskriminan, dan reliabilitas konstruk. Hasil menunjukkan seluruh nilai HTMT sebesar 0,528–0,852, berada di bawah batas 0,90, sehingga validitas diskriminan seluruh konstruk dinilai baik. Nilai tertinggi terdapat pada hubungan Adopsi Inovasi–Produktivitas Usahatani (0,852), namun masih memenuhi kriteria dan tidak menunjukkan redundansi konstruk. Temuan ini menegaskan bahwa produktivitas usahatani dipengaruhi interaksi kompetensi penyuluh, media penyuluhan, karakteristik petani, dan dukungan kelembagaan.

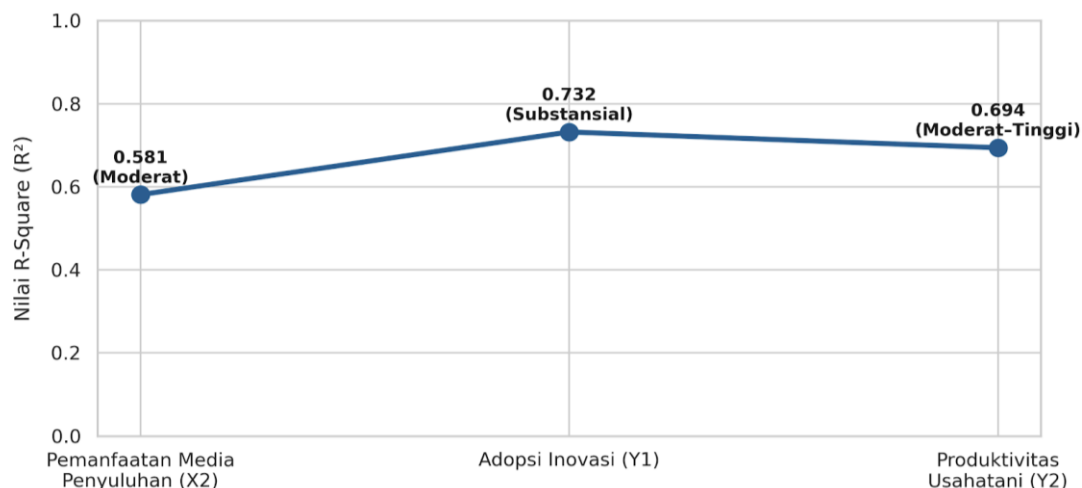
Menurut Hair et al. (2021; 2022) dan Sarstedt et al. (2022), evaluasi model pengukuran dalam PLS-SEM dilakukan sebelum analisis struktural dengan memperhatikan nilai outer loading $\geq 0,70$, AVE $\geq 0,50$, serta Composite Reliability dan Cronbach's Alpha $\geq 0,70$. Pendekatan PLS-SEM dinilai sesuai untuk pengembangan model inovasi pertanian karena mampu menganalisis hubungan kompleks antar konstruk laten tanpa bergantung pada asumsi normalitas multivariat (Hair et al., 2021; Hair et al., 2022).

Evaluasi Model Struktural (Inner Model)

Setelah model pengukuran (outer model) memenuhi seluruh kriteria validitas dan reliabilitas, tahap berikutnya adalah mengevaluasi model struktural (inner model). Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan model IAEMM dalam menjelaskan hubungan kausal antarvariabel laten serta mengukur kemampuan prediktif model terhadap variabel endogen. Menurut Hair et al. (2022), evaluasi inner model pada SEM-PLS meliputi pengujian koefisien determinasi (R^2), predictive relevance (Q^2), effect size (f^2), Standardized Root Mean Square Residual (SRMR), serta Variance Inflation Factor (VIF).

Koefisien determinasi (R^2)

Koefisien determinasi digunakan untuk mengukur besarnya kemampuan variabel eksogen dalam menjelaskan variabel endogen. Semakin tinggi nilai R^2 menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan prediksi yang semakin baik.



Gambar 4. Grafik Nilai Koefisien Determinasi (R^2)

Berdasarkan Gambar 4, Nilai R^2 sebesar 0,581 menunjukkan bahwa 58,1% variasi pemanfaatan media penyuluhan dijelaskan oleh kompetensi penyuluh dan dukungan kelembagaan, sedangkan 41,9% dipengaruhi faktor lain. Nilai tersebut termasuk kategori moderat dan menunjukkan kemampuan prediktif IAEMM yang cukup baik dalam menjelaskan optimalisasi media penyuluhan (Hair et al., 2022).

Nilai R^2 sebesar 0,732 menunjukkan kompetensi penyuluh, media penyuluhan, karakteristik petani, dan dukungan kelembagaan menjelaskan 73,2% variasi adopsi inovasi, termasuk kategori substansial. Nilai R^2 sebesar 0,694 pada produktivitas menunjukkan peran penting efektivitas penyuluhan dan adopsi inovasi terhadap kinerja produksi, mendukung konsep Agricultural Innovation Systems serta pengembangan penyuluhan digital berkelanjutan (Klerkx & Rose, 2022; FAO, 2024).

Predictive relevance (Q^2)

Predictive relevance digunakan untuk mengukur kemampuan prediksi model terhadap data observasi melalui prosedur blindfolding.

Tabel 8. Nilai Predictive Relevance Q^2)

Variabel Endogen	Q^2
Pemanfaatan Media Penyuluhan	0.392
Adopsi Inovasi	0.518
Produktivitas Usahatani	0.487

Sumber. Data Primer Diolah (2026)

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh nilai Q^2 lebih besar dari nol, sehingga model memiliki kemampuan prediksi yang baik. Nilai tertinggi diperoleh pada konstruk adopsi inovasi ($Q^2 = 0,518$), yang menunjukkan bahwa model IAEMM memiliki kemampuan tinggi dalam memprediksi perilaku petani dalam mengadopsi teknologi baru.

Keberhasilan adopsi inovasi dipengaruhi kualitas teknologi, efektivitas media penyuluhan, dan kemampuan pendampingan penyuluh. Pendekatan *hybrid extension* mengombinasikan interaksi langsung dan platform digital sehingga pembelajaran petani lebih adaptif (Rose et al., 2023). Nilai Q^2 sebesar 0,487 menunjukkan kemampuan prediktif IAEMM yang tinggi terhadap produktivitas usahatani, mendukung pemanfaatannya sebagai dasar kebijakan pembangunan pertanian (OECD, 2023).

Effect Size (f^2)

Pengujian effect size (f^2) dilakukan untuk mengetahui besarnya kontribusi masing-masing variabel eksogen terhadap variabel endogen.

Tabel 9. Nilai Effect Size (f^2)

Hubungan Antarvariabel	f^2	Kategori
Kompetensi Penyuluh → Media Penyuluhan	0.432	Besar
Dukungan Kelembagaan → Media Penyuluhan	0.281	Sedang
Kompetensi Penyuluh → Adopsi Inovasi	0.246	Sedang
Media Penyuluhan → Adopsi Inovasi	0.401	Besar
Karakteristik Petani → Adopsi Inovasi	0.197	Sedang
Dukungan Kelembagaan → Adopsi Inovasi	0.181	Sedang
Adopsi Inovasi → Produktivitas	0.566	Besar
Media Penyuluhan → Produktivitas	0.214	Sedang

Sumber. Data Primer Diolah (2026)

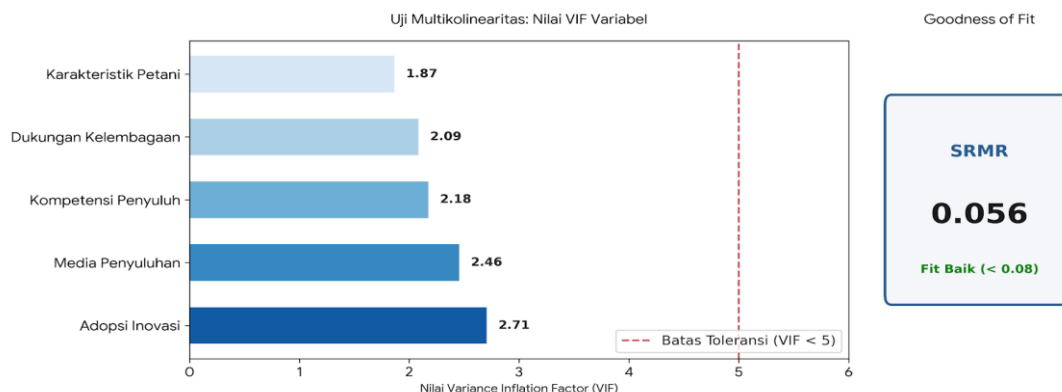
Nilai effect size (f^2) menunjukkan bahwa terdapat pada hubungan adopsi inovasi terhadap produktivitas usahatani (0,566). Temuan ini menunjukkan bahwa perubahan perilaku petani melalui penerapan teknologi, benih unggul, pemupukan berimbang, dan praktik modern menjadi faktor utama peningkatan produktivitas. Hasil tersebut sejalan dengan teori difusi inovasi Rogers serta Davis dan Sulaiman (2023).

Pengaruh media penyuluhan terhadap adopsi inovasi ($f^2 = 0,401$) tergolong besar, menegaskan perannya dalam mempercepat transfer teknologi melalui berbagai saluran, termasuk digital. Kompetensi penyuluh terhadap pemanfaatan media ($f^2 = 0,432$) juga

kuat, menunjukkan pentingnya kemampuan memilih media, mengoperasikan teknologi, dan membangun komunikasi partisipatif dalam penyuluhan modern (FAO, 2024; Klerkx & Rose, 2022).

Kesesuaian Model dan Uji Multikolinearitas

Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) dan Variance Inflation Factor (VIF).



Gambar 5. Grafik Nilai SRMR dan VIF

Nilai SRMR sebesar 0,056 (Gambar 5) menunjukkan bahwa model IAEMM memenuhi kriteria *goodness of fit* yang baik karena berada di bawah ambang batas 0,08. Nilai tersebut mengindikasikan adanya kesesuaian yang tinggi antara matriks korelasi empiris dan matriks korelasi yang dihasilkan model, sehingga model mampu menjelaskan fenomena penelitian secara representatif. Menurut Hair et al. (2022) dan Sarstedt et al. (2022), SRMR merupakan indikator penting dalam evaluasi model PLS-SEM untuk menilai tingkat kesalahan aproksimasi model. Selain itu, nilai VIF (Gambar 5) seluruh konstruk berada pada rentang 1,87–2,71, lebih rendah dari batas kritis 5,00, yang menunjukkan tidak terdapat masalah multikolinearitas (Hair et al., 2022; Henseler et al., 2021). Dengan demikian, model IAEMM memiliki estimasi jalur yang stabil dan mampu menggambarkan hubungan antarvariabel secara valid.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan *Integrated Agricultural Extension Media Model* (IAEMM) yang mengintegrasikan kompetensi penyuluh, media penyuluhan, karakteristik petani, dukungan kelembagaan, adopsi inovasi, dan produktivitas. Adopsi inovasi menjadi faktor paling dominan terhadap produktivitas ($f^2 = 0,566$). Model memiliki kemampuan prediksi dan kesesuaian baik, serta mendukung pengembangan *hybrid extension* melalui penguatan kapasitas digital penyuluh, literasi digital petani, dan kelembagaan menuju pertanian produktif, adaptif, dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, kerja sama, serta kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses pelaksanaan penelitian, pengumpulan data, analisis, hingga penyelesaian dan penyusunan artikel ini. Dukungan dan partisipasi yang diberikan menjadi bagian penting dalam keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aker, J. C., Ghosh, I., & Burrell, J. (2022). The promise (and pitfalls) of ICT for agriculture. *Agricultural Economics*, 53(5), 745–760. <https://doi.org/10.1111/agec.12733>
- Anteneh, A., & Melak, A. (2024). ICT-based agricultural extension and advisory services in Ethiopia: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2391121. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2391121>
- Birner, R., Daum, T., & Pray, C. (2021). Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players, and challenges. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43(4), 1260–1285. <https://doi.org/10.1002/aepp.13189>
- Chandra, S., Ghadei, K., Chennamadhava, M., & Ali, W. (2024). Development and validation of a farmer's focused digital literacy scale: A new measurement tool. *Indian Journal of Extension Education*, 60(1), 1–8. <https://doi.org/10.48165/IJEE.2024.601RT1>
- Davis, K., & Sulaiman, R. V. (2023). Agricultural extension and advisory services: Current trends and future directions.
- Davis, K., & Sulaiman, R. (2023). The role of extension professionals in supporting digital transformation and smart agriculture. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 15(2), 45–56.
- Fabregas, R., Kremer, M., & Schilbach, F. (2023). Realizing the potential of digital development: The role of information services in agriculture. *Annual Review of Economics*, 15, 443–469.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *The state of food and agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems*. Rome: FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9479en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *Digital agricultural extension and advisory services: A guide for practitioners*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *The status of digital agriculture transformation in Africa and beyond*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *The state of food and agriculture 2024: Value-driven transformation of agrifood systems*. Rome: FAO.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2022). *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7>
- Henseler, J., Hubona, G., & Ray, P. A. (2021). Using PLS path modeling in new technology research: Updated guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, 121(7), 1465–1484.
- Ingram, J., & Mills, J. (2022). Are advisory services ready for the digital revolution? Preparing agricultural extension for Agriculture 4.0. *Outlook on Agriculture*, 51(1), 10–18.
- Klerkx, L., & Begemann, S. (2020). Supporting food systems transformation: The what, why, who, where and how of agrifood innovation systems. *Agricultural Systems*, 184, 102901. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102901>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2022). A review of social science on digital agriculture, smart farming and Agriculture 4.0: New contributions and a future

- research agenda. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 94(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/27685241.2022.2128280>
- Klerkx, L., & Rose, D. (2022). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in agricultural innovation systems. *Global Food Security*, 24, 100347.
- Klerkx, L., & Rose, D. (2022). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways. *Global Food Security*, 32, 100613.
- Lu, S., Sun, Z., & Huang, M. (2024). The impact of digital literacy on farmers' pro-environmental behavior: An analysis with the Theory of Planned Behavior. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1432184. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1432184>
- Mittal, S., & Mehar, M. (2021). Socio-economic factors affecting adoption of ICT in agriculture: An empirical analysis. *Agricultural Economics Research Review*, 34(2), 233–244.
- Mockshell, J., & Birner, R. (2021). Information and communication technologies for agricultural extension and advisory services: A review of evidence and future directions. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 27(3), 311–329. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2021.1897155>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Agricultural policy monitoring and evaluation 2023: Adapting agriculture to a changing world*. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Digital transformation for better agricultural policies*. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Innovation, productivity and sustainability in food and agriculture*. OECD Publishing.
- OECD-FAO. (2022). *OECD-FAO agricultural outlook 2022–2031*. OECD Publishing.
- Rivera-Ferre, M. G., López-i-Gelats, F., Howden, M., Smith, P., Morton, J. F., & Herrero, M. (2021). Re-framing the climate change debate in the context of sustainable food systems. *Global Food Security*, 28, 100469.
- Rogers, E. M. (2020). *Diffusion of innovations* (6th ed.). Free Press.
- Rose, D. C., Wheeler, R., Winter, M., Lobley, M., & Chivers, C.-A. (2023). Agriculture 4.0 and advisory systems: A review of digital extension approaches. *Journal of Agricultural Education and Extension*.
- Sarstedt, M., Hair, J. F., Pick, M., Liengaard, B. D., Radomir, L., & Ringle, C. M. (2022). Progress in partial least squares structural equation modeling use in marketing research in the last decade. *Psychology & Marketing*, 39(5), 1035–1064. <https://doi.org/10.1002/mar.21640>
- Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Hair, J. F. (2022). Partial least squares structural equation modeling. In C. Homburg, M. Klarmann, & A. Vomberg (Eds.), *Handbook of market research*. Springer.
- Savitri, S., & Rafani, I. (2024). The presence of digital literacy to improve agricultural extension program in Indonesia. *FFTC Agricultural Policy Platform*.
- Steinke, J., van Etten, J., Müller, A., Ortiz-Crespo, B., van de Gevel, J., Silvestri, S., & Priebe, J. (2021). Tapping the full potential of the digital revolution for agricultural extension: An emerging innovation agenda. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 19(5–6), 549–565. <https://doi.org/10.1080/14735903.2021.1934582>
- World Bank. (2023). *Transforming food systems for a livable planet*. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1916-4>