

Arah Perkembangan Penelitian Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian Pangan

Juli Winando Lumban Toruan*, Mega Mutmainah, Elissa Fitriani

Program Studi Agribisnis, Fakultas Agroteknopreneur dan Agraria, Universitas Nusa Bangsa

*Email Korespondensi: Juliwinandohumbantoruan@gmail.com

Abstrak

Penyuluhan pertanian merupakan komponen strategis dalam mendukung pembangunan pertanian pangan di Indonesia, namun peta arah perkembangannya secara sistematis belum banyak dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis arah perkembangan penelitian penyuluhan dan komunikasi pertanian pangan di Indonesia dalam kurun waktu 2015–2026. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang mengacu pada pedoman PRISMA 2020. Pencarian literatur dilakukan pada basis data Scopus dengan menggunakan kueri terstruktur yang menggabungkan istilah-istilah terkait penyuluhan pertanian, komunikasi, kebijakan, dan perkembangan penelitian. Kriteria seleksi mencakup artikel jurnal, prosiding, dan artikel *review* berbahasa Inggris yang dipublikasikan antara 2015–2026, dengan topik relevan pada bidang penyuluhan dan komunikasi pertanian pangan di Indonesia. Dari 770 artikel awal yang teridentifikasi, setelah melalui proses eliminasi bertahap diperoleh 100 artikel final yang dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memetakan jaringan ko-okurensi kata kunci. Hasil analisis mengidentifikasi empat kluster tematik utama, yaitu: (1) inovasi dan adopsi teknologi pertanian oleh petani kecil; (2) keberlanjutan dan ketahanan pangan; (3) arah kebijakan dan pengambilan keputusan; serta (4) kapasitas dan pendidikan penyuluh. Kata kunci "*agricultural extension*" menjadi node terpusat yang menghubungkan seluruh kluster, sedangkan gap penelitian terbesar ditemukan pada aspek komunikasi pertanian berbasis digital. Penelitian ini menyimpulkan bahwa arah perkembangan penelitian penyuluhan pertanian pangan di Indonesia bergerak menuju integrasi teknologi digital, penguatan keberlanjutan pertanian, dan pembaruan kebijakan penyuluhan yang adaptif.

Kata kunci: Komunikasi pertanian, Ketahanan pangan, Penyuluhan pertanian, Systematic literature review, VOSviewer

Abstract

Agricultural extension is a strategic component in supporting food agricultural development in Indonesia; however, a systematic mapping of its research development trajectory remains limited. This study aims to analyze the direction of research development in agricultural extension and food agriculture communication in Indonesia from 2015 to 2026. This study employed a Systematic Literature Review (SLR) approach guided by the PRISMA 2020 framework. Literature searches were conducted in the Scopus database using a structured query combining terms related to agricultural extension, communication, policy, and research development. Selection criteria included journal articles, conference papers, and review articles in English published between 2015 and 2026, relevant to agricultural extension and food communication in Indonesia. Of 770 initially identified articles, 100 final articles were retained after a staged elimination process and analyzed using VOSviewer software to map keyword co-occurrence networks. Results identified four main thematic clusters: (1) innovation and technology adoption by smallholder farmers; (2) sustainability and food security; (3) policy direction and decision-making; and (4) extension capacity and education. The keyword "agricultural extension" emerged as the central node connecting all clusters, while the largest research gap was found in digitally based agricultural communication. This study concludes that research on food agricultural extension in Indonesia is moving toward digital technology integration, strengthening agricultural sustainability, and adaptive extension policy reform.

Keywords: Agricultural extension, Agricultural communication, Food security, Systematic literature review, VOSviewer

PENDAHULUAN

Penyuluhan pertanian merupakan salah satu pilar utama dalam pembangunan sektor pertanian pangan di Indonesia. Tujuan utama layanan penyuluhan pertanian adalah menjembatani kesenjangan antara penelitian ilmiah, pemerintah, kemajuan teknologi, dan aplikasi praktis di lapangan, sekaligus berfungsi sebagai fasilitator komunikasi dan transfer pengetahuan untuk memberdayakan petani dalam mengadopsi praktik pertanian yang inovatif dan berkelanjutan (Anderson & Feder, 2007; Altalb *et al.*, 2015). Secara yusuridis, penyelenggaraan penyuluhan pertanian di Indonesia diatur secara menyeluruh melalui Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan, yang mengatur sistem penyuluhan secara holistik dan komprehensif dalam suatu pengaturan terpadu antara kelembagaan penyuluhan pemerintah, swasta, dan swadaya kepada pelaku utama dan pelaku usaha (UU No. 16 Tahun 2006). Landasan hukum ini menegaskan bahwa penyuluhan pertanian bukan sekadar kegiatan teknis, melainkan bagian integral dari strategi pembangunan nasional yang berorientasi pada ketahanan pangan. Dalam konteks ketahanan pangan, peningkatan efisiensi produksi dan pendapatan petani melalui program strategis menjadi titik kritis dalam analisis kebijakan ketahanan pangan dan kebijakan penyuluhan di Indonesia, di mana faktor-faktor seperti luas lahan, benih, serta berbagai aspek sosial-ekonomi petani turut memengaruhi keberhasilan implementasi kebijakan (Rusliyadi & Jamil, 2020).

Perkembangan penelitian penyuluhan dan komunikasi pertanian di Indonesia menunjukkan pergeseran yang signifikan seiring kemajuan teknologi informasi dan komunikasi. Transformasi digital dalam penyuluhan pertanian mendorong adopsi platform seperti *Cyber Extension*, meskipun masih menghadapi tantangan signifikan terkait infrastruktur teknologi, keterampilan digital, dan resistensi terhadap pergeseran dari metode konvensional (Anggi Apriliani, 2024). Selain itu, berbagai saluran komunikasi termasuk media sosial dan kegiatan berbasis komunitas kini dimanfaatkan untuk meningkatkan kesadaran dan mendorong partisipasi aktif petani dalam program-program pertanian berkelanjutan (Yanfika *et al.*, 2024). Di sisi lain, penelitian menunjukkan bahwa faktor demografis seperti usia dan pengalaman penyuluh turut memengaruhi kualitas layanan penyuluhan, di mana penyuluh yang lebih senior dan berpengalaman cenderung mencapai kinerja yang lebih tinggi berkat akumulasi pengetahuan dan keterampilan yang dimilikinya (Dewi *et al.*, 2025).

Meskipun perkembangan penelitian penyuluhan dan komunikasi pertanian pangan di Indonesia terus meningkat, kajian yang secara sistematis memetakan arah kebijakan dan tren penelitian dalam topik ini masih sangat terbatas. Kajian sistematis terhadap kebijakan dan penelitian pertanian pangan perlu mempertimbangkan perkembangan kontemporer yang mencakup transformasi digital di bidang pertanian, penekanan yang semakin besar pada ketahanan iklim, serta dampak pandemi COVID-19 terhadap sistem pangan dan produktivitas pertanian (Prasetyo *et al.*, 2025). Celah (*gap*) inilah yang menjadi keunikan tersendiri bagi penelitian ini untuk melengkapi peta jalan penelitian penyuluhan di Indonesia. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk melihat arah perkembangan penelitian penyuluhan serta komunikasi pertanian pangan di Indonesia melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR).

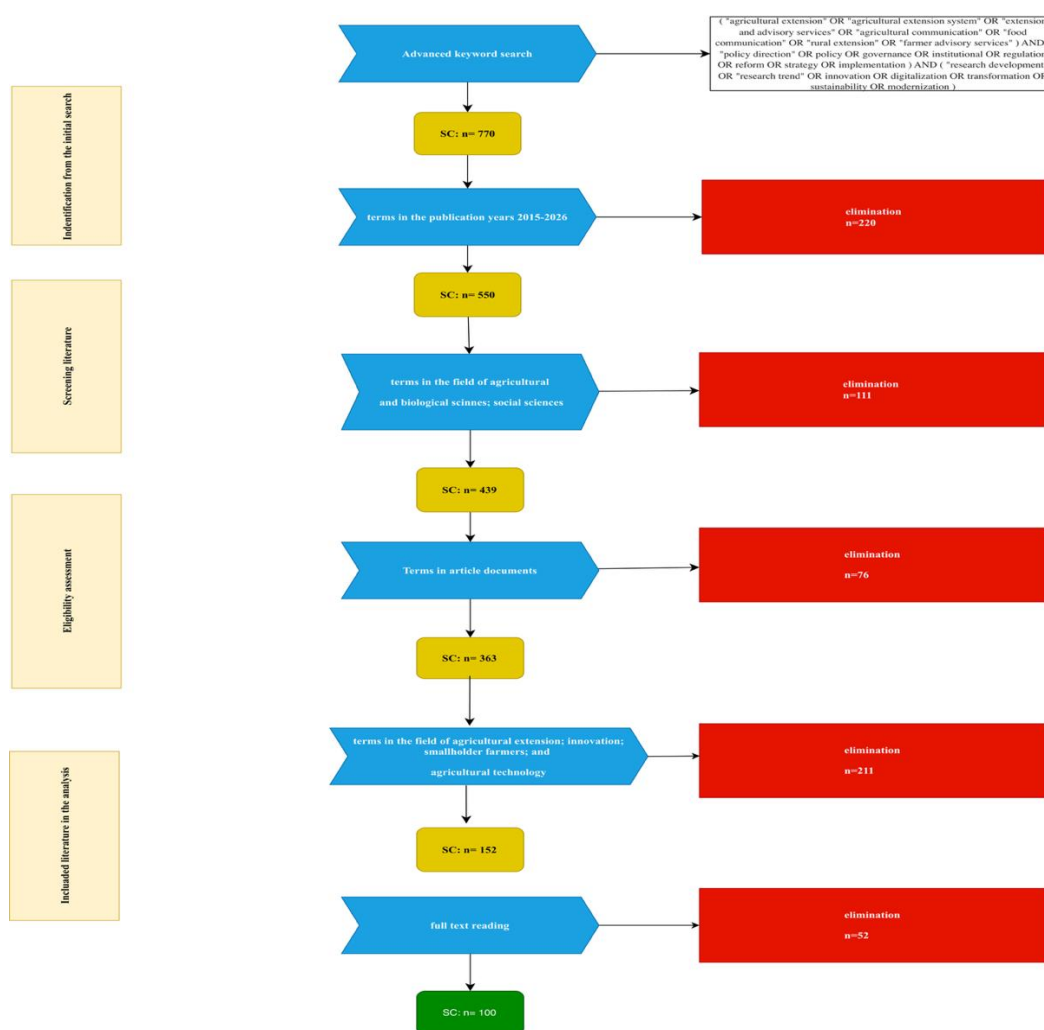
METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) melalui tujuh tahapan, meliputi perumusan pertanyaan, penentuan basis data, pencarian literatur, seleksi inklusi-eksklusi, hingga sintesis temuan (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015; Linares-Espinós *et al.*, 2018; Toruan, 2026; Toruan *et al.*, 2025). Penelusuran data dilakukan pada 25 Mei 2026 melalui basis data Scopus menggunakan kueri pencarian terstruktur yang menggabungkan istilah terkait penyuluhan, komunikasi, kebijakan, dan perkembangan riset pertanian (Tabel 1). Kriteria seleksi dibatasi pada jenis dokumen *review article*, *original article*, dan *conference paper* berbahasa Inggris. Berdasarkan diagram alir seleksi model PRISMA (Gambar 1), pencarian awal menghasilkan 770 artikel yang kemudian disaring secara bertahap hingga diperoleh 100 artikel akhir yang memenuhi kriteria kelayakan. Data yang diperoleh dari naskah final tersebut kemudian dianalisis dan divisualisasikan menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memetakan jaringan ko-okurensi kata kunci, hubungan antartopik, serta evolusi tematik mengenai arah perkembangan penelitian penyuluhan dan komunikasi pertanian pangan di Indonesia.

Tabel 1. *Search Query* Kata Kunci Pencarian, dan Kriteria dalam Pengambilan Artikel yang Sesuai dalam Database Scopus.

<i>Data Source</i>	<i>Scopus database</i>
<i>Search Query</i>	("agricultural extension" OR "agricultural extension system" OR "extension and advisory services" OR "agricultural communication" OR "food communication" OR "rural extension" OR "farmer advisory services") AND ("policy direction" OR policy OR governance OR institutional OR regulation OR reform OR strategy OR implementation) AND ("research development"

	OR "research trend" OR innovation OR digitalization OR transformation OR sustainability OR modernization)
<i>Selection criteria</i>	<i>Document type: review, original article and Conference Paper</i>
<i>Total retrieved articles</i>	770
<i>Retrieving data</i>	25 Mei 2026



Gambar 1. PRISMA flow diagram proses seleksi artikel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses seleksi literatur dilakukan secara sistematis mengacu pada alur PRISMA. Pencarian awal pada basis data Scopus menggunakan string pencarian yang telah dirancang menghasilkan 770 artikel. Setelah melalui serangkaian tahap eliminasi berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, diperoleh 100 artikel yang diinklusi sebagai data analisis akhir untuk memetakan arah perkembangan penelitian penyuluhan dan komunikasi pertanian pangan di Indonesia.

Untuk memetakan hubungan antartema dari artikel yang lolos seleksi tersebut, dilakukan visualisasi peta kata kunci (*keyword co-occurrence network*) menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Analisis *co-occurrence* kata kunci memungkinkan identifikasi topik-topik dominan dan hubungan antar-tema dalam literatur penyuluhan dan komunikasi pertanian pangan. VOSviewer menggunakan algoritma VOS (*Visualization of Similarities*) untuk menempatkan node dalam ruang dua dimensi sehingga node yang berkaitan erat berada saling berdekatan. Berdasarkan analisis tersebut, teridentifikasi empat kluster tematik utama sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Kata kunci "*agricultural extension*" menjadi node terbesar dan terpusat, mengindikasikan bahwa penyuluhan pertanian merupakan topik inti yang menghubungkan seluruh kluster penelitian

Tabel 2. Kluster Tematik Hasil Analisis Co-Occurrence VOSviewer

No	Kluster (Warna)	Kata Kunci Dominan	Fokus Penelitian
1	Kluster Kuning (Inovasi & Adopsi Teknologi)	agricultural extension, innovation, technology adoption, farming system, smallholder	Adopsi inovasi teknologi pertanian oleh petani kecil; peran penyuluh dalam transfer teknologi
2	Klaster Hijau (Keberlanjutan & Ketahanan Pangan)	sustainability, sustainable agriculture, food security, extension, stakeholder, agriculture	Pertanian berkelanjutan; ketahanan pangan; keterlibatan pemangku kepentingan
3	Klaster Merah (Kebijakan & Pengambilan Keputusan)	alternative agriculture, decision making, adaptive management, sustainable development	Arah kebijakan pertanian; pengambilan keputusan berbasis bukti; manajemen adaptif

No	Klaster (Warna)	Kata Kunci Dominan	Fokus Penelitian
4	Klaster Biru(Kebijakan & Pengambilan Keputusan)	agricultural research, learning, adoption, agricultural practice, agricultural policy, farmers attitude	Pengembangan kapasitas penyuluh; sikap petani; kebijakan

Berdasarkan Tabel 2, klaster inovasi dan adopsi teknologi yang ditandai dengan warna kuning merupakan klaster terbesar dan terpusat dalam jaringan, dengan "*agricultural extension*" dan "*innovation*" sebagai node dominan. Hal ini mencerminkan bahwa sebagian besar penelitian berfokus pada peran penyuluhan dalam memfasilitasi adopsi inovasi dan teknologi pertanian oleh petani kecil. Hasil analisis mendalam menunjukkan bahwa adopsi inovasi di tingkat usaha tani dipengaruhi secara multipihak oleh kesesuaian teknologi terhadap konteks lokal dan kapasitas internal petani. Pendekatan adopsi tidak dapat disamaratakan mengingat adanya heterogenitas regional yang signifikan dalam menilai keberlanjutan pertanian (Mili & Martínez-Vega, 2019). Ketika dihadapkan pada adopsi teknologi spesifik, persepsi petani sering kali dibentuk oleh karakteristik inovasi itu sendiri, termasuk aspek kompatibilitas dan keunggulan relatifnya (Azhari *et al.*, 2025)

Menggunakan kerangka kerja model penerimaan teknologi seperti *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT) yang diperluas, ditemukan bahwa niat adopsi sangat bergantung pada ekspektasi kinerja dan pengaruh sosial di sekitar komunitas peternak atau petani (Aiswarya *et al.*, 2025). Faktor kognisi digital ini secara nyata meningkatkan antusiasme petani terhadap layanan digital, khususnya jika dimoderasi oleh kebijakan dukungan yang kuat (Gao *et al.*, 2024, 2025). Sejumlah penelitian searah menegaskan bahwa penyuluh berperan kritis sebagai jembatan antara sumber inovasi dan pengguna akhir di lapangan (Anderson & Feder, 2007; Yanfika *et al.*, 2024).

Namun, hambatan utama adopsi di tingkat tapak masih konsisten membayangi, meliputi keterbatasan akses informasi, rendahnya literasi digital, biaya finansial yang tinggi, serta ketidaksesuaian antara inovasi yang ditawarkan dengan kebutuhan aktual petani (Fadeyi *et al.*, 2022). Hambatan adopsi ini sering kali muncul ketika suatu teknologi dianggap terlalu rumit untuk dipraktikkan langsung. Petani cenderung memilah perubahan taktis, strategis, ataupun kompleks dalam sistem usaha tani mereka sebelum mengambil keputusan final (Kaine & Wright, 2026). Kata kunci pendukung seperti "*technology*

adoption", *"farming system"*, dan *"smallholder"* mengindikasikan bahwa penelitian dalam klaster ini sangat berorientasi pada konteks petani skala kecil.

Oleh karena itu, penggunaan instrumen prediktif (*predictive tools*) seperti ADOPT sangat krusial bagi peneliti dan pembuat kebijakan untuk mengukur potensi serapan inovasi sebelum program diluncurkan (Kuehne *et al.*, 2017). Kompleksitas ini terlihat dalam adopsi inovasi ramah lingkungan jangka panjang, misalnya pembangunan Rumah Burung Hantu (Rubuha) untuk pengendalian hama tikus yang memerlukan pemodelan dinamika sosial yang intensif di tingkat kelompok (Budi *et al.*, 2025), serta penerapan regresi ordinal untuk memetakan tingkat adopsi teknologi padin (Bdr *et al.*, 2026). Meta-analisis sifat teknologi memperjelas bahwa sifat inheren dari konten inovasi adalah penentu utama variasi keberhasilan adopsi lintas wilayah (Schulz & Börner, 2023).

Kelancaran adopsi inovasi oleh petani kecil pada Klaster Kuning di atas secara struktural digerakkan oleh dinamika Klaster Biru yang berfokus pada kapasitas dan pendidikan penyuluh. Dimensi sumber daya manusia dalam sistem penyuluhan ini menempatkan kapasitas penyuluh dan sikap petani sebagai penentu mutlak keberhasilan program di lapangan. Penelitian dalam klaster ini menemukan bahwa penyuluh yang lebih berpengalaman, senior, dan terlatih cenderung memberikan layanan yang jauh lebih berkualitas berkat akumulasi pengetahuan operasionalnya (Dewi *et al.*, 2025). Sikap petani terhadap inovasi juga menjadi variabel kunci yang menentukan tingkat penerimaan teknologi di lapangan.

Dalam skala makro, Sistem Pengetahuan dan Inovasi Pertanian atau *Agricultural Knowledge and Innovation Systems* (AKIS) di tingkat mikro terbukti menjadi ekosistem penentu kelancaran difusi teknologi berkelanjutan (Leonnig & Nielsen, 2025). Penerapan *assemblage thinking* dalam AKIS membantu memahami dinamika interaksi antar-aktor yang sering kali non-linear dan dinamis (Sutherland *et al.*, 2023). Integrasi berbagai kelembagaan dan kelancaran arus informasi di dalam tata kelola penyuluhan regional menentukan efektivitas penyampaian rekomendasi ke tingkat tapak (Kassem *et al.*, 2022). Peran krusial ini dimainkan oleh perantara inovasi (*innovation brokers*) yang berfungsi sebagai penghubung dan fasilitator komunikasi untuk memperkuat kapasitas sistem penyuluhan ternak maupun komoditas perkebunan (Warriach *et al.*, 2024). Di beberapa wilayah, proses implementasi pengetahuan ini terdokumentasi dengan baik dalam literatur perlindungan tanaman dan komoditas spesifik (Nordström Källström *et al.*, 2025). Modernisasi kelembagaan penyuluhan saat ini ditandai dengan pergeseran ke arah platform

teknologi informasi dan komunikasi (TIK) hibrida. Kombinasi antara penyuluhan digital berbasis video/aplikasi dan pendampingan langsung secara tatap muka (*face-to-face*) memberikan dampak yang jauh lebih transformatif bagi pembelajaran mandiri petani (Karubanga *et al.*, 2016). Intermediasi digital ini menghadirkan efisiensi ruang dan waktu baik bagi lembaga publik maupun swasta dalam skema diseminasi massal (Muilerman *et al.*, 2018). Penggunaan TIK juga memacu efektivitas kerja para petugas penyuluh di lapangan guna mengatasi tantangan keberlanjutan sektor pertanian (Ahsan *et al.*, 2023). Strategi komunikasi yang inklusif memegang peranan vital dalam menyebarkan temuan riset dari lembaga penelitian tanaman ke masyarakat luas (Melaku *et al.*, 2024).

Meskipun demikian, kualitas layanan penyuluhan di wilayah pedesaan tetap menghadapi tantangan pemaknaan standar kualitas yang berbeda di antara agen pelaksana (Landini *et al.*, 2021). Bahkan, persepsi keyakinan dari para agen penyuluh itu sendiri mengenai hakikat inovasi memerlukan validasi transkultural agar selaras dengan kebutuhan subjek dampingannya (Landini *et al.*, 2021). Ketika layanan penyuluhan publik dinilai kurang terlihat (*invisible*), dampaknya langsung melemahkan laju pembangunan penghidupan pedesaan (Qwabe *et al.*, 2022). Upaya mengatasi hal ini dilakukan melalui penguatan kompetensi generasi muda (Gen-Z) sebagai agen perubahan masa depan lewat kurikulum komunikasi inovasi yang kontekstual (Amanah *et al.*, 2023).

Ketika kapasitas penyuluh (Klaster Biru) dan respon petani (Klaster Kuning) telah berpadu, dampaknya akan langsung mentransformasi orientasi sistem usaha tani menuju Klaster Hijau, yaitu keberlanjutan dan ketahanan pangan. Klaster yang ditandai dengan warna hijau ini mengelompokkan kata kunci "*sustainability*", "*sustainable agriculture*", "*food security*", "*extension*", dan "*stakeholder*". Temuan ini menunjukkan pergeseran fokus penelitian global maupun nasional dari sekadar peningkatan produktivitas kuantitatif murni menuju pertanian yang berkelanjutan dan ketahanan pangan jangka panjang. Peran penyuluhan semakin dilihat sebagai instrumen strategis untuk mendorong praktik pertanian ramah lingkungan sekaligus memperkuat ketahanan pangan, terutama di kalangan petani kecil yang rentan (Rusliyadi & Jamil, 2020; Yanfika *et al.*, 2024).

Penelitian dalam klaster ini juga menekankan pentingnya pelibatan berbagai pemangku kepentingan (*stakeholder*) dalam perencanaan dan implementasi program penyuluhan. Optimalisasi sektor agribisnis memerlukan penguatan tata kelola rantai pasok dari hulu ke hilir. Pada komoditas perkebunan seperti lada, penentuan indikator kunci menggunakan metodologi matriks seperti MICMAC sangat membantu merumuskan

strategi keberlanjutan usaha tani jangka panjang (Hidayat *et al.*, 2024). Keterlibatan dan peran aktif multipihak dalam menghadapi tantangan keberlanjutan rantai pasok mutlak diperlukan, sebagaimana ditunjukkan pada kasus rantai komoditas kopi (Nuraisyah *et al.*, 2025). Pada tingkat mikro, klasifikasi tipologi petani berdasarkan kesiapan adopsi teknologi irigasi menjadi basis penting dalam mendesain skema rantai pasok kelapa sawit yang efisien dan presisi (Martínez-Arteaga *et al.*, 2023). Karakteristik rantai produksi komoditas ternak kecil pun memerlukan identifikasi faktor penentu yang tepat agar penyediaan jasa penyuluhan dapat dialokasikan secara adekuat .

Kelembagaan rantai pasok yang inklusif ini diperkuat oleh pendekatan penyuluhan berbasis kelompok seperti Sekolah Lapang Petani (*Farmer Field Schools* / FFS) yang terbukti andal dalam memberdayakan petani kecil sekaligus memperkuat ketahanan pangan (Arnés *et al.*, 2018). Namun, proses pelembagaan dan peningkatan skala (*scaling*) FFS dalam sistem inovasi nasional membutuhkan konsistensi kerja birokrasi dan adaptasi terhadap situasi kegagalan institusional negara (Muilerman *et al.*, 2018; Muilerman & Vellema, 2017). Di era krisis iklim, reposisi FFS menjadi Sekolah Lapang Agribisnis yang adaptif iklim (*climate-resilient agribusiness FFS*) mampu mentransformasi pola pengiriman layanan penyuluhan secara *bottom-up* (Osumba *et al.*, 2021). Untuk memperluas jangkauan, pendekatan *farmer-to-farmer extension* melalui pelatihan petani pemandu (*volunteer*) menjadi alternatif model yang berkelanjutan di pedesaan (Kiptot & Franzel, 2019).

Aksi kelembagaan dalam Klaster Hijau tersebut mengarahkan tata kelola pertanian pada kebutuhan manajemen spasial lahan dan mitigasi risiko lingkungan. Intensifikasi pertanian secara berkelanjutan (*sustainable intensification*) menuntut keseimbangan antara peningkatan produktivitas dan perlindungan sumber daya alam. Di wilayah pertanian sereal, penerapan intensifikasi berkelanjutan terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan lahan bagi petani kecil (Alem *et al.*, 2026). Upaya ini membutuhkan integrasi basis data yang kuat guna mengadaptasi alat bantu pengambilan keputusan (*decision support tools*) terhadap perubahan manajemen lahan dan iklim lokal, seperti yang diujikan dalam aplikasi RiceAdvice (Cotter *et al.*, 2020). Alat optimasi tata guna lahan terbukti krusial dalam memandu alokasi spasial komoditas pada sistem pertanian lintang tinggi agar tetap bernilai ekonomis dan ekologis (Peltonen-Sainio *et al.*, 2019). Hal ini penting mengingat ekspansi lahan pertanian yang tidak terkendali berdampak langsung

menurunkan muka air tanah secara masif dan mengancam target SDGs (Makhlouf *et al.*, 2025).

Hubungan interdependensi relasional yang kompleks di lapangan ikut membentuk keputusan petani dalam memilih praktik manajemen kesuburan tanah (Tetteh *et al.*, 2025). Pemetaan perubahan tutupan dan penggunaan lahan (*land use/land cover change*) beserta faktor pendorongnya sangat dibutuhkan untuk mengantisipasi ketersediaan air irigasi di tingkat daerah aliran sungai (Arfasa *et al.*, 2023). Dalam jangka panjang, pemodelan dampak spasial akibat perluasan lahan komoditas bioenergi atau perkebunan besar mutlak diperlukan agar langkah-langkah mitigasi dampak lingkungan dapat dirancang secara presisi (van der Hilst *et al.*, 2018).

Langkah spasial ini berjalan beriringan dengan respon adaptif terhadap dinamika perubahan iklim global. Sikap petani terhadap mekanisme dan praktik adaptasi perubahan iklim menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh paparan risiko di wilayah masing-masing (Mansour *et al.*, 2026). Di kawasan semi-arid, kesadaran petani terhadap dampak buruk iklim menjadi modal awal dalam menentukan pilihan praktik adaptasi yang rasional (Mramba & Mapunda, 2025). Keberadaan Layanan Informasi Iklim (*Climate Information Services / CIS*) memegang peran vital dalam memengaruhi keputusan investasi pertanian cerdas iklim (*climate-smart agriculture*) di tingkat petani kecil (Shaibu *et al.*, 2025). Ketika dihadapkan pada risiko kelangkaan air yang ekstrem, faktor-faktor penentu penerimaan strategi adaptasi petani harus dianalisis secara mendalam untuk meminimalkan kegagalan panen (Sharifzadeh *et al.*, 2024).

Penerapan inovasi *Climate-Smart Agriculture* (CSA) memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan resiliensi iklim rumah tangga tani di wilayah dataran tinggi (Teklu *et al.*, 2023). Penguatan sistem pertanian pesisir yang cerdas iklim dapat diakomodasi secara optimal melalui bimbingan intensif dari jasa penyuluhan dan penasihat pertanian yang fokus pada aspek keberlanjutan (Billah *et al.*, 2025). Penggunaan analisis struktural seperti *Structural Equation Modelling* (SEM) mengonfirmasi bahwa intervensi penyuluhan dikombinasikan dengan modal penghidupan (*livelihood capitals*) yang memadai secara simultan mendongkrak ketahanan iklim petani (Landini *et al.*, 2021). Di sisi lain, adopsi teknologi pertanian presisi (*precision agriculture*) yang dikombinasikan dengan layanan konsultasi digital mampu menekan input kimia berbahaya secara signifikan, seperti pengurangan pupuk nitrogen dosis tinggi (Ding *et al.*, 2022). Namun, intensi para profesional penyuluh untuk mempromosikan teknologi presisi ini sangat

dipengaruhi oleh ekspektasi kinerja dan kondisi fasilitas pendukung di lembaga mereka (Lee *et al.*, 2024).

Tantangan degradasi lingkungan akibat salinitas tanah yang diperparah perubahan iklim kini menjadi fokus krusial yang terekam dalam analisis bibliometrik global (Pervez *et al.*, 2025). Di daerah sentra produksi bernilai tinggi yang mengalami krisis air dan salinitas, pilihan adopsi teknologi efisiensi air yang ketat menjadi jalan keluar utama bagi keberlanjutan pendapatan petani (Reints *et al.*, 2020). Integrasi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dalam pertanian non-kimia mulai dikembangkan sebagai mekanisme terpadu menuju praktik pertanian yang sepenuhnya berkelanjutan (Amalan & Aram, 2025).

Seluruh implementasi teknis mulai dari adopsi inovasi, peningkatan kapasitas SDM, hingga aksi mitigasi iklim di atas membutuhkan payung regulasi yang dibahas pada Klaster Merah (Kebijakan & Pengambilan Keputusan). Klaster ini mencerminkan topik-topik yang berkaitan dengan arah kebijakan, di mana kata kunci "*alternative agriculture*", "*decision making*", "*adaptive management*", dan "*sustainable development*" saling terhubung erat. Penelitian dalam klaster ini mengkaji bagaimana kebijakan penyuluhan pertanian dirancang, diimplementasikan, dan dievaluasi di tingkat nasional maupun daerah. Di Indonesia, Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan menjadi landasan kebijakan utama yang banyak dirujuk, namun tantangan implementasi di lapangan seperti fragmentasi kelembagaan daerah masih menjadi temuan konsisten dalam berbagai studi (Dewi *et al.*, 2025; Rusliyadi & Jamil, 2020). Secara kelembagaan, dinamika platform inovasi di tingkat lokal sangat dipengaruhi oleh keterikatan institusional (*institutional embeddedness*) di wilayah tersebut (Totin *et al.*, 2018). Pergeseran struktural produksi dari sistem de-kolektifisasi menuju re-kolektifisasi memperlihatkan tren transformasi baru yang dipandu oleh tata kelola pemerintahan lokal (Chen *et al.*, 2023). Selain itu, kemitraan strategis berbentuk *industry-university-government partnership model* seperti Pusat Penyuluhan Sayuran terbukti efektif menyatukan prioritas riset akademis dengan kebutuhan riil pasar (Cortés *et al.*, 2020). Dalam konteks pemberdayaan ekonomi lokal, pengembangan kapabilitas wirausaha sosial (*social entrepreneurial capability*) pada perusahaan komunitas menjadi pilar keberlanjutan ekonomi melalui pemanfaatan modal intelektual dan penciptaan nilai bersama (*creating shared value*) (Somwethee *et al.*, 2025). Penjajakan potensi laten dari

tanaman nutrasetikal dan komoditas lokal bernilai ekonomi tinggi juga mulai mendapat perhatian besar dalam studi bibliometrik penyuluhan (Sekhri *et al.*, 2026).

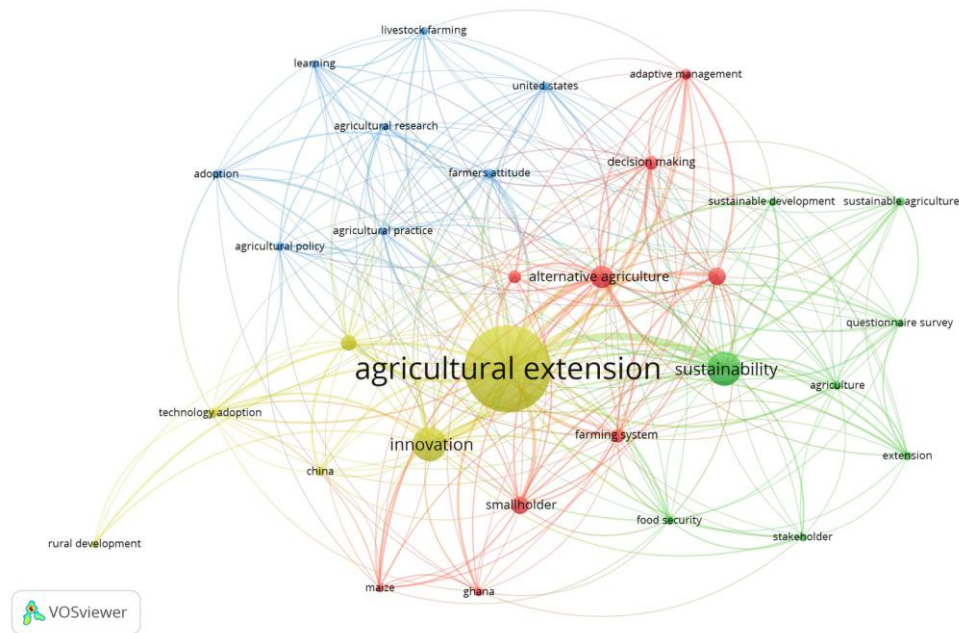
Keterbatasan pembiayaan publik dalam regulasi mendorong pengkajian ulang terhadap insentif ekonomi. Studi menunjukkan bahwa insentif ekonomi murni terkadang gagal meyakinkan petani untuk mengadopsi teknologi efisiensi air apabila tidak disertai pendampingan kapasitas yang utuh (Yazdanpanah *et al.*, 2022). Akibatnya, muncul pergeseran dari layanan gratis ke berbayar (*free to fee*). Kesiapan petani kecil untuk membayar (*willingness to pay*) layanan penyuluhan dan penasihat pertanian sangat ditentukan oleh tingkat pendapatan, aset, dan persepsi kemanfaatan langsung (Pienaa *et al.*, 2026). Begitu pula dengan aplikasi penyuluhan berbasis seluler, di mana eksperimen ekonomi menunjukkan bahwa nilai kesiapan membayar petani berbanding lurus dengan kualitas fitur keputusan teknis yang ditawarkan aplikasi tersebut (Mangole *et al.*, 2026). Petani yang rasional cenderung memanfaatkan penasihat berbayar (*fee-for-service*) demi mengejar kepastian produktivitas yang lebih tinggi (Nettle *et al.*, 2021). Komparasi performa sektoral secara komprehensif menggunakan analisis SWOT terbukti efektif mengidentifikasi peluang sekaligus hambatan kritis pengembangan hortikultura regional (Malope *et al.*, 2025). Pada skala makro, diagnosis komprehensif mengenai Sistem Inovasi Pertanian Nasional (*National Agricultural Innovation System / NAIS*) diperlukan untuk memetakan kesenjangan regulasi dan mengoordinasikan peran antar-aktor secara sinergis (Gutiérrez Cano *et al.*, 2024).

Keberhasilan adopsi teknologi tidak terlepas dari penyediaan ruang interaksi (*interaction space*) yang inklusif untuk membentuk orientasi inovasi pertanian berkelanjutan (Hermans *et al.*, 2023). Pengalaman empiris menunjukkan bahwa persepsi, pengalaman, dan prioritas dalam mendukung keputusan manajemen agroekosistem sering kali berbeda secara nyata antara produsen (petani), konsultan, dan peneliti di laboratorium (Coutinho *et al.*, 2017). Oleh karena itu, asesmen keberlanjutan yang bersifat partisipatif wajib dikedepankan, terutama dalam menilai dampak ekspansi komoditas perkebunan skala besar terhadap lingkungan sekitar (Coutinho *et al.*, 2017). Secara historis, penyuluhan memiliki rekam jejak panjang dalam mengawal transformasi industri benih komoditas utama (Curry, 2024). Peran mendasar penyuluhan ini terbukti konsisten dalam membentuk sikap positif petani terhadap paradigma pembangunan berwawasan lingkungan (*ecodevelopment-paradigm*) demi menjaga keseimbangan alam (Fatemi *et al.*, 2025). Evaluasi terhadap kebijakan yang mempromosikan pertanian berkelanjutan menunjukkan

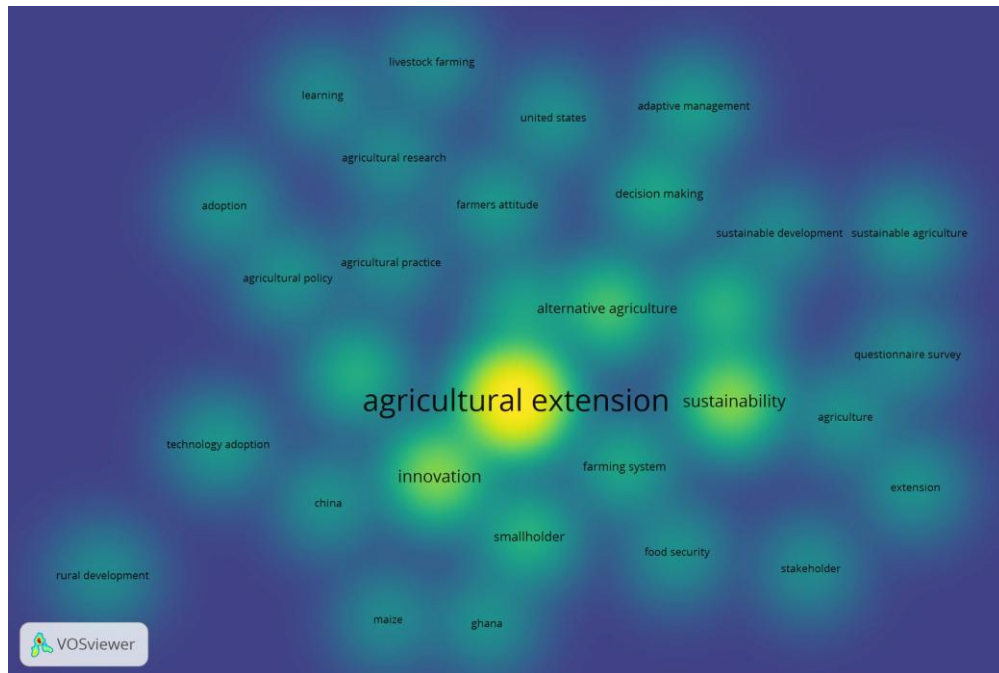
bahwa dukungan politik dan regulasi makro yang konsisten berkolerasi positif terhadap kepatuhan petani di lapangan (Çukur & Çukur, 2019).

Namun, proses pelibatan petani dalam mitigasi emisi gas rumah kaca sering kali menemui jalan buntu apabila komunikasi yang dibangun bersifat *top-down* dan mengabaikan hambatan struktural usaha tani (McKenzie *et al.*, 2018). Kesenjangan antara konsep abstrak kebijakan dan realitas implementasi nasihat pertanian di lapangan kerap memicu kegagalan program, sehingga memerlukan evaluasi kritis secara berkala (Aplogan *et al.*, 2022). Pengalaman agrarian di komunitas minoritas memperlihatkan bahwa perubahan pola penguasaan lahan dan komersialisasi pertanian membawa dampak sosio-ekonomi yang beragam bagi masyarakat adat (Binh & Anh, 2022). Sebagai rekomendasi taktis, integrasi aspek nutrisi ke dalam layanan penyuluhan (*nutrition-sensitive extension*) patut dipertimbangkan guna memperluas dampak sosial ekonomi bagi keluarga tani (Fanzo *et al.*, 2015). Penguatan kompetensi profesional agen penyuluh, pemetaan tantangan, serta penyusunan strategi integratif dalam mengawal pertanian presisi menjadi prasyarat mutlak demi tercapainya kedaulatan pangan berkelanjutan (Kenfack Essougong *et al.*, 2024). Akhirnya, aksesibilitas, permintaan, dan tingkat kepuasan petani terhadap lembaga penyedia dukungan inovasi harus diposisikan sebagai indikator utama dalam mengukur keberhasilan setiap program pembangunan agribisnis (Kaine & Wright, 2025, 2026).

Keberlanjutan pembahasan dari hasil penelitian terkait arah perkembangan penelitian dapat dijelaskan lebih lanjut melalui analisis peta densitas (*density map*) VOSviewer. Peta densitas memperkuat temuan *network visualization* dengan memperlihatkan secara visual konsentrasi topik penelitian. Area dengan warna kuning cerah menunjukkan topik yang paling intensif diteliti, yaitu "*agricultural extension*" dan "*innovation*", sedangkan warna biru tua mengindikasikan topik yang masih relatif jarang dieksplorasi seperti "*rural development*", "*learning*", dan "*livestock farming*". Densitas tertinggi terpusat pada kluster inovasi dan adopsi teknologi, yang mengkonfirmasi bahwa ini merupakan arus utama (*mainstream*) penelitian dalam bidang penyuluhan pertanian pangan secara global (Van Eck & Waltman, 2010; Zou *et al.*, 2018).



Gambar 2. Network visualization kata kunci penelitian penyuluhan pertanian
 (Sumber: Hasil Analisis VOSviewer dari Data Scopus, 2026)



Gambar 3. Density map kata kunci penelitian penyuluhan pertanian
 (Sumber: Hasil Analisis VOSviewer dari Data Scopus, 2026)

Temuan density map pada Gambar 3 juga mengungkap adanya celah penelitian (research gap) pada aspek komunikasi pertanian yang lebih spesifik dalam konteks Indonesia. Penggunaan media sosial dan platform digital sebagai saluran penyuluhan utama masih berada di zona biru tua atau intensitas rendah. Padahal, relevansi topik digitalisasi tersebut semakin meningkat tajam seiring dengan agenda transformasi digital di sektor pertanian nasional saat ini guna merespon keterbatasan penyuluhan konvensional (Anggi Apriliani, 2024; Yanfika *et al.*, 2024). Celah riset digital inilah yang diisi oleh sintesis 100 literatur global dalam pembahasan ini, di mana integrasi sistem AKIS hibrida, penggunaan alat bantu keputusan berbasis aplikasi (seperti RiceAdvice), serta adopsi layanan konsultasi berbayar (*fee-for-service*) berbasis seluler terbukti menjadi solusi krusial untuk melengkapi peta jalan (*roadmap*) komunikasi pertanian pangan Indonesia menuju masa depan yang resiliens dan berkelanjutan

KESIMPULAN DAN SARAN

Arah perkembangan penelitian penyuluhan dan komunikasi pertanian pangan di Indonesia secara substantif berpusat pada empat pilar utama, yaitu adopsi inovasi teknologi oleh petani kecil, pergeseran paradigma menuju pertanian berkelanjutan demi ketahanan pangan, evaluasi arah kebijakan, serta pengembangan kapasitas sumber daya manusia penyuluh dan sikap petani. Riset mengenai inovasi dan adopsi teknologi oleh petani kecil saat ini menjadi arus utama naskah publikasi, sementara ruang kajian pada aspek komunikasi pertanian berbasis digital seperti penggunaan media sosial dan platform digital nampak masih sangat terbatas dan membentuk celah pemikiran yang besar. Meskipun kebijakan penyuluhan nasional telah memiliki landasan hukum yang kuat, tantangan implementasi di lapangan yang meliputi keterbatasan kapasitas penyuluh, kesenjangan infrastruktur digital, dan rendahnya literasi teknologi petani masih menjadi hambatan konsisten yang ditemukan. Sebagai rekomendasi praktis dan akademis, para peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengisi celah riset dengan mengeksplorasi efektivitas saluran komunikasi digital serta memperluas cakupan pencarian pangkalan data publikasi lokal agar diperoleh peta literatur yang lebih komprehensif. Bagi pemerintah dan pengambil kebijakan, diperlukan pembaruan regulasi turunan yang adaptif terhadap era digital serta investasi nyata dalam meningkatkan kapasitas literasi teknologi para penyuluh lapangan. Terakhir, bagi praktisi dan lembaga pendidikan vokasi pertanian, pendekatan penyuluhan yang berpusat pada karakteristik lokal petani kecil serta integrasi kurikulum komunikasi

digital menjadi langkah strategis demi mendorong efisiensi produksi dan ketahanan pangan nasional yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsan, M. B., Leifeng, G., Safiul Azam, F. M., Xu, B., Rayhan, S. J., Kaium, A., & Wensheng, W. (2023). Barriers, Challenges, and Requirements for ICT Usage among Sub-Assistant Agricultural Officers in Bangladesh: Toward Sustainability in Agriculture. *Sustainability (Switzerland)*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/su15010782>
- Aiswarya, S., Gururaj, M., Navneet, S., & Sharma, M. L. (2025). Perception of buffalo farmers towards scientific buffalo husbandry practices: applying the extended UTAUT framework. *Frontiers in Animal Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1618632>
- Alem, H., Jumpah, E. T., & Bavorova, M. (2026). Sustainable intensification and land use efficiency among smallholder maize farmers in northern Ghana. *Land Use Policy*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2026.108002>
- Amalan, A. A., & Aram, I. A. (2025). Artificial Intelligence Adoption in Non-Chemical Agriculture: An Integrated Mechanism for Sustainable Practices. *Sustainability (Switzerland)*, 17(19). <https://doi.org/10.3390/su17198865>
- Amanah, S., Sadono, D., Fatchiya, A., Sulistiawati, A., Aulia, T., & Seminar, A. U. (2023). Strengthening the Competencies of Gen-Z Students as Future Change Agents: Learning from Extension Science and Communication of Innovation Course (KPM121C). *International Journal of Information and Education Technology*, 13(10), 1646–1655. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.10.1973>
- Anggi Apriliani. (2024). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adopsi Cyber Extension oleh Penyuluh dalam Kegiatan Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 5(1), 221–230. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v5i1.1108>
- Aplogan, A., Zossou, E., Zoundji, G. C., & Vodouhe, S. D. (2022). Entre abstraction et réalité dans la mise en œuvre du conseil agricole en Afrique subsaharienne: leçons apprises des expériences du département de l’Atlantique au Bénin. *European Journal of Development Research*, 34(2), 1118–1143. <https://doi.org/10.1057/s41287-021-00424-x>
- Arfasa, G. F., Owusu-Sekyere, E., & Doke, D. A. (2023). Predictions of land use/land cover change, drivers, and their implications on water availability for irrigation in the Veacatchment, Ghana. *Geocarto International*, 38(1). <https://doi.org/10.1080/10106049.2023.2243093>
- Arnés, E., Díaz-Ambrona, C. G., Marín-González, O., & Astier, M. (2018). Farmer field schools (FFSs): A tool empowering sustainability and food security in peasant farming systems in the nicaraguan highlands. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093020>
- Azhari, R., Amanah, S., Fatchiya, A., & Kinseng, R. A. (2025). The Influence of Agricultural Extension Services and Livelihood Capitals on Farmers’ Climate

- Resilience in West Java, Indonesia: A Structural Equation Modelling Approach. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 15(5), 904–922. <https://doi.org/10.29244/jpsl.15.5.904>
- Bdr, M. F., Jamil, M. H., & Baba, S. (2026). Ordinal regression of rice technology adoption in Pinrang, Indonesia. *Asian Journal of Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/10.13057/asianjagric/g100146>
- Billah, M. M., Rahman, M. M., Mahimairaja, S., Lal, A., Srinivasulu, A., & Naidu, R. (2025). Enhancing climate-smart coastal farming system through agriculture extension and advisory services towards the avenues of farm sustainability. *Regional Sustainability*, 6(4). <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2025.100243>
- Binh, N. T. T., & Anh, L. M. (2022). Diverse Experiences of Agrarian Change in Ethnic Minority Communities of Vietnam's Northeast Uplands. *Southeast Asian Studies*, 11(1), 23–47. https://doi.org/10.20495/seas.11.1_23
- Boell, S. K., & Cecez-Kecmanovic, D. (2015). On being 'systematic' in literature reviews. In *Formulating Research Methods for Information Systems* (pp. 48–78). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/9781137509888_3
- Budi, S., Nirzalin, N., & Wardah, E. (2025). Social Dynamics Model of Farmers' Acceptance and Behaviour in the Implementation of Owl House Innovation (Rubuha) to Control Sustainable Rat Pests. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 35(4), 603–613. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1668281>
- Chen, C., Gao, J., Cao, H., Chen, J., & Chen, F. (2023). From De-collectivization to Re-collectivization: New Transformation Trend in Agriculture Production in Taicang City of the Eastern China from the Perspective of 'Governmentality.' *Chinese Geographical Science*, 33(3), 531–548. <https://doi.org/10.1007/s11769-023-1349-x>
- Cortés, M., Prieto, C., Pertuzé, R., Orellana, K., & Espinoza, M. (2020). Vegetable Extension Center Cultiva UChile, an Industry-university-government partnership model. *Acta Horticulturae*, 1271, 473–479. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1271.64>
- Cotter, M., Asch, F., Abera, B. B., Andre Chuma, B., Senthilkumar, K., Rajaona, A., Razafindrazaka, A., Saito, K., & Stuerz, S. (2020). Creating the data basis to adapt agricultural decision support tools to new environments, land management and climate change—A case study of the RiceAdvice App. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206(4), 423–432. <https://doi.org/10.1111/jac.12421>
- Coutinho, H. L. C., Turetta, A. P. D., Monteiro, J. M. G., de Castro, S. S., & Pietrafesa, J. P. (2017). Participatory sustainability assessment for sugarcane expansion in Goiás, Brazil. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/su9091573>
- Çukur, T., & Çukur, F. (2019). A research on the determination of the factors affecting the implementations of agricultural innovations by beekeepers in Muğla province, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(5), 10883–10897. https://doi.org/10.15666/aeer/1705_1088310897

- Curry, H. A. (2024). The Cornbelt's Last Open Pollinated Corn: Agricultural extension and the origins of the hybrid corn seed industry. *Plants People Planet*, 6(5), 1024–1037. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10414>
- Dewi, Y. A., Bahru, B. A., & Zeller, M. (2025). Performance of agricultural extension agents in Indonesia: evidence from a nationally representative survey. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 31(4), 527–553. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2024.2407178>
- Ding, J., Jia, X., Zhang, W., & Klerkx, L. (2022). The effects of combined digital and human advisory services on reducing nitrogen fertilizer use: lessons from China's national research programs on low carbon agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(6), 1136–1149. <https://doi.org/10.1080/14735903.2022.2057643>
- Fanzo, J., Marshall, Q., Dobermann, D., Wong, J., Merchan, R. I., Jaber, M. I., Souza, A., Verjee, N., & Davis, K. (2015). Integration of nutrition into extension and advisory services: A synthesis of experiences, lessons, and recommendations. *Food and Nutrition Bulletin*, 36(2), 120–137. <https://doi.org/10.1177/0379572115586783>
- Fatemi, M., Rezaei-Moghaddam, K., & Wackernagel, M. (2025). How agricultural extension shapes farmers' attitudes toward the eco-development paradigm for sustainability in Iran. *Environmental and Sustainability Indicators*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.100673>
- Gao, T., Lu, Q., Zhang, Y., & Feng, H. (2024). Does Farmers' Cognition Enhance Their Enthusiasm for Adopting Sustainable Digital Agricultural Extension Services? Evidence from Rural China. *Sustainability (Switzerland)*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/su16103972>
- Gao, T., Lu, Q., Zhang, Y., & Feng, H. (2025). The influence of digital agricultural technology extension service cognition on farmers' pro-environmental behaviour: the moderating role of policy support. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 23(1). <https://doi.org/10.1080/14735903.2025.2569186>
- Gutiérrez Cano, L. F., Zarthá Sossa, J. W., Moreno Sarta, J. F., Oviedo Lopera, J. C., Quintero Saavedra, J. I., Suárez Guzmán, L. M., & Agudelo Tapasco, D. A. (2024). National Agricultural Innovation System (NAIS): Diagnosis, Gaps, and Mapping of Actors. *Sustainability (Switzerland)*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/su16083294>
- Hermans, T. D. G., Smith, H. E., Whitfield, S., Sallu, S. M., Recha, J., Dougill, A. J., Thierfelder, C., Gama, M., Bunderson, W. T., Museka, R., Doggart, N., & Meshack, C. (2023). Role of the interaction space in shaping innovation for sustainable agriculture: Empirical insights from African case studies. *Journal of Rural Studies*, 100. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103012>
- Hidayat, R., Darwanto, D. H., Waluyati, L. R., & Mulyo, J. H. (2024). Analyzing Key Indicators for Sustainable Pepper Farming in West Kalimantan, Indonesia Using MICMAC Methodology. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 19(5), 1703–1714. <https://doi.org/10.18280/ij dne.190524>

- Kaine, G., & Wright, V. (2025). Farm Context and Farmers' Perceptions of the Compatibility, Complexity and Relative Advantage of Innovations. *Agriculture (Switzerland)*, 15(17). <https://doi.org/10.3390/agriculture15171841>
- Kaine, G., & Wright, V. (2026). Measuring Strategic, Tactical, Complex and Simple Changes to Farm Systems. *Systems Research and Behavioral Science*, 43(1), 225–241. <https://doi.org/10.1002/sres.3164>
- Karubanga, G., Kibwika, P., Okry, F., & Sseguya, H. (2016). Empowering farmers to learn and innovate through integration of video-mediated and face-to-face extension approaches: The case of rice farmers in Uganda. *Cogent Food and Agriculture*, 2(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1274944>
- Kassem, H. S., Ismail, H., & Ghoneim, Y. A. (2022). Assessment of Institutional Linkages and Information Flow within the Agricultural Knowledge and Innovation: Case of Dakahlia Governorate, Egypt. *Sustainability (Switzerland)*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/su14116415>
- Kenfack Essougong, U. P., Slingerland, M., Mathé, S., Giller, K. E., & Leeuwis, C. (2024). Farmers' access, demand, and satisfaction with innovation support services and their determinants: the case of the cocoa sector in Central Cameroon. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 30(4), 617–647. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2023.2249501>
- Kiptot, E., & Franzel, S. (2019). Developing sustainable farmer-to-farmer extension: experiences from the volunteer farmer–trainer approach in Kenya. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 17(6), 401–412. <https://doi.org/10.1080/14735903.2019.1679576>
- Kuehne, G., Llewellyn, R., Pannell, D. J., Wilkinson, R., Dolling, P., Ouzman, J., & Ewing, M. (2017). Predicting farmer uptake of new agricultural practices: A tool for research, extension and policy. *Agricultural Systems*, 156, 115–125. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.06.007>
- Landini, F., Beramendi, M. R., & Rojas-Andrade, R. (2021). Transcultural validation of a scale in English, Portuguese and Spanish to assess rural extension agents' beliefs about extension and innovation. *Journal of Rural Studies*, 86, 518–526. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.07.012>
- Lee, C.-L., Strong, R., Briers, G., Murphrey, T., Rajan, N., & Rampold, S. (2024). Factors predicting innovation-decisions: The effects of performance expectancy, social influence, and facilitating conditions on U.S. Extension's promotion of precision agriculture technologies. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 96(1). <https://doi.org/10.1080/27685241.2024.2420111>
- Leonnig, E. G., & Nielsen, J. Ø. (2025). An empirical analysis of organic micro-level agricultural knowledge and innovation systems (microAKIS) in three federal states in Germany. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 31(2), 234–258. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2024.2371293>
- Linares-Espinós, E., Hernández, V., Domínguez-Escrig, J. L., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Mayor, J., Padilla-Fernández, B., & Ribal, M. J. (2018). Methodology of a

- systematic review. *Actas Urológicas Españolas (English Edition)*, 42(8), 499–506. <https://doi.org/10.1016/j.acuroe.2018.07.002>
- Makhlouf, A., Kanae, S., Sharaan, M., El-Rawy, M., Nada, A., & Ibrahim, M. G. (2025). Impact of agricultural expansion on groundwater levels: a pathway to achieving sustainable development goals (SDGs). *Environmental Earth Sciences*, 84(14). <https://doi.org/10.1007/s12665-025-12425-8>
- Malope, P., Madisa, M. E., Solani, D., & Mabikwa, O. V. (2025). Opportunities and Constraints in the Horticultural Sector of Botswana: A SWOT Analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/su17073088>
- Mangole, C. D., Mulungu, K., Kaghoma, C. K., Tschopp, M., & Kassie, M. (2026). Smallholder farmers' willingness to pay for the farmbetter mobile app-based agricultural extension: evidence from a BDM experiment in Tanzania and Burkina Faso. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 24(1). <https://doi.org/10.1080/14735903.2025.2609433>
- Mansour, T. G. I., Abd El-Ghani, S. S., & Murad, H. S. (2026). Farmers' Attitudes Toward Mechanisms and Practices of Climate Change Adaptation in Egypt and Iraq: A Comparative Field Study. *Sustainability (Switzerland)*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/su18052502>
- Martínez-Arteaga, D., Arias Arias, N. A., Darghan, A. E., Rivera, C., & Beltran, J. A. (2023). Typology of Irrigation Technology Adopters in Oil Palm Production: A Categorical Principal Components and Fuzzy Logic Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/su15139944>
- McKenzie, S., Parkinson, H., Mangold, J., Burrows, M., Ahmed, S., & Menalled, F. (2018). Perceptions, experiences, and priorities supporting agroecosystem management decisions differ among agricultural producers, consultants, and researchers. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/su10114096>
- Melaku, B. S., Sefereh, E. Y., Emunu, M. H., & Wassie, D. Y. (2024). Application of communication strategies in the diffusion of agricultural innovations and technologies: the case of Amhara Regional Agricultural Research Institute, Ethiopia. *Cogent Social Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2024.2306704>
- Mili, S., & Martínez-Vega, J. (2019). Accounting for regional heterogeneity of agricultural sustainability in Spain. *Sustainability (Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020299>
- Mramba, R. P., & Mapunda, P. E. (2025). Assessing farmers' awareness of climate change impacts and adaptation practices in a semi-arid region in Tanzania. *Discover Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01831-4>
- Muillerman, S., & Vellema, S. (2017). Scaling service delivery in a failed state: cocoa smallholders, Farmer Field Schools, persistent bureaucrats and institutional work in Côte d'Ivoire. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15(1), 83–98. <https://doi.org/10.1080/14735903.2016.1246274>

- Muileman, S., Wigboldus, S., & Leeuwis, C. (2018). Scaling and institutionalization within agricultural innovation systems: the case of cocoa farmer field schools in Cameroon. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 16(2), 167–186. <https://doi.org/10.1080/14735903.2018.1440469>
- Nettle, R., Morton, J. M., McDonald, N., Suryana, M., Birch, D., Nyengo, K., Mbuli, M., Ayre, M., King, B., Paschen, J.-A., & Reichelt, N. (2021). Factors associated with farmers' use of fee-for-service advisors in a privatized agricultural extension system. *Land Use Policy*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105360>
- Nordström Källström, H., Mutter, A., Westerdahl, S., & Berlin, A. (2025). Knowledge-implementation processes in crop protection literature. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 31(2), 159–179. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2024.2339806>
- Nuraisyah, A., Wulandari, E., Indrawan, D., & Othman, Z. (2025). The roles of stakeholders in supply chain sustainability challenges: the case of coffee chain in West Java Province, Indonesia. *Discover Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01004-3>
- Osumba, J. J. L., Recha, J. W., & Oroma, G. W. (2021). Transforming agricultural extension service delivery through innovative bottom-up climate-resilient agribusiness farmer field schools. *Sustainability (Switzerland)*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/su13073938>
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Laurila, H., Sorvali, J., Honkavaara, E., Wittke, S., Karjalainen, M., & Puttonen, E. (2019). Land use optimization tool for sustainable intensification of high-latitude agricultural systems. *Land Use Policy*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104104>
- Pervez, A. K. M. K., Sarker, M. N. I., Uddin, M. E., & Kabir, M. S. (2025). Soil Salinity and Climate Change: A Bibliometric Analysis Based on the Scopus Database. *Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka*, 20(3), 429–446. <https://doi.org/10.4038/jas.v20i3.10760>
- Pienaaah, C. K. A., Kansanga, M. M., Baada, J. N., & Luginaah, I. (2026). From free to fee: Smallholders' willingness to pay for agricultural extension and advisory services in northern Ghana. *Outlook on Agriculture*. <https://doi.org/10.1177/00307270261429104>
- Prasetyo, A. S., Dooley, K. E., Widyastuti, K., & Firdauzi, A. (2025). Comparing national food security policies in Indonesia and Thailand: a systematic meta-synthesis approach. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1676641>
- Qwabe, Q. N., Swanepoel, J. W., Zwane, E. M., & van Niekerk, J. A. (2022). Nexus between the invisibility of agricultural extension services and rural livelihoods development: Assertions from rural farming communities. *South African Journal of Agricultural Extension*, 50(2), 26–41. <https://doi.org/10.17159/2413-3221/2022/v50n1a14407>

- Reints, J., Dinar, A., & Crowley, D. (2020). Dealing with water scarcity and salinity: Adoption of water efficient technologies and management practices by California Avocado growers. *Sustainability (Switzerland)*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/SU12093555>
- Rusliyadi, M., & Jamil, A. B. Hj. Mohd. (2020). *Participatory Poverty Assessment Effort in Food Security and Extension Policy* (pp. 481–499). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1042-1.ch024>
- Schulz, D., & Börner, J. (2023). Innovation context and technology traits explain heterogeneity across studies of agricultural technology adoption: A meta-analysis. *Journal of Agricultural Economics*, 74(2), 570–590. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12521>
- Sekhri, A., Ranawat, R., & Jain, J. (2026). Global Research on Nutraceutical Crops: Bibliometric Analysis and the Latent Potential of Agricultural Extension. *Indian Journal of Extension Education*, 62(1), 32–40. <https://doi.org/10.48165/IJEE.2026.62106>
- Shaibu, A.-F., Anaman, K. A., Osei-Asare, Y. B., & Adaku, A. A. (2025). The Influence of Climate Information Services on Climate-Smart Agricultural Investment Decisions among Smallholder Maize Farmers in Northern Ghana. *Agris On-Line Papers in Economics and Informatics*, 17(1), 113–132. <https://doi.org/10.7160/aol.2025.170109>
- Sharifzadeh, M. S., Azadi, H., Abdollahzadeh, G., Skataric, G., Dogot, T., & Van Passel, S. (2024). Rice farmers at risk of water scarcity: analysis of the decisive factors in adaptation strategy acceptance. *Environment, Development and Sustainability*, 26(12), 32229–32252. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05040-3>
- Somwethee, P., Ru-Zhue, J., Aujiapongpan, S., Chanthawong, A., & Usman, B. (2025). Developing social entrepreneurial capability in Thai community enterprises: The roles of intellectual capital, creating shared value, and organizational agility on sustainability. *Social Sciences and Humanities Open*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101269>
- Sutherland, L.-A., Adamsone-Fiskovica, A., Elzen, B., Koutsouris, A., Laurent, C., Stræte, E. P., & Labarthe, P. (2023). Advancing AKIS with assemblage thinking. *Journal of Rural Studies*, 97, 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.11.005>
- Teklu, A., Simane, B., & Bezabih, M. (2023). Effect of Climate Smart Agriculture Innovations on Climate Resilience among Smallholder Farmers: Empirical Evidence from the Choke Mountain Watershed of the Blue Nile Highlands of Ethiopia. *Sustainability (Switzerland)*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/su15054331>
- Tetteh, S., Leeuwis, C., Freeman, C., Macnaghten, P., Maat, H., Bindraban, P., & Doukkali, R. (2025). Understanding interdependencies that shape the use of soil fertility management practices in Northern Ghana: a relational perspective on adoption. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 131(3), 713–727. <https://doi.org/10.1007/s10705-025-10435-3>

- Toruan, J. W. L. (2026). Current Directions and Developments in Research on Environmentally Friendly Food Consumer Behavior: A Systematic Literature Review Arah dan Perkembangan Terkini Penelitian Perilaku Konsumen Pangan Ramah Lingkungan: Systematic Literature Review. *Jurnal Ilmiah Sosio Agribis (JISA)*, 26(1), 2614–4549. <https://doi.org/10.30742/jisa26120265301>
- Toruan, J. W. L., Febrianti Sirait, S., & Muflikh, Y. N. (2025). LEAN SUPPLY CHAIN STRATEGY IN AGRIBUSINESS PRODUCTS: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW. *Jurnal Ekonomi Dan Pertanian Dan Agribisnis (JEPA)*, 9. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2025.009.01.9>
- Totin, E., Roncoli, C., Traoré, P. S., Somda, J., & Zougmore, R. (2018). How does institutional embeddedness shape innovation platforms? A diagnostic study of three districts in the Upper West Region of Ghana. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 84, 27–40. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2017.07.002>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan.
- van der Hilst, F., Verstegen, J. A., Woltjer, G., Smeets, E. M. W., & Faaij, A. P. C. (2018). Mapping land use changes resulting from biofuel production and the effect of mitigation measures. *GCB Bioenergy*, 10(11), 804–824. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12534>
- Warriach, H. M., Ayre, M., Nettle, R., Height, K., Iqbal, H., Aziz, A., Hayat, K., Afzal, A., Majeed, S., Kumbher, A., & McGill, D. M. (2024). Strengthening the role of innovation brokers in the livestock advisory services system of Pakistan. *Animal Production Science*, 64(8). <https://doi.org/10.1071/AN23398>
- Yanfika, H., Effendi, I., Sumaryo, & Ansari, A. (2024). The role of agricultural extension services on supporting circular bioeconomy in Indonesia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1428069>
- Yazdanpanah, M., Klein, K., Zobeidi, T., Sieber, S., & Löhr, K. (2022). Why Have Economic Incentives Failed to Convince Farmers to Adopt Drip Irrigation in Southwestern Iran? *Sustainability (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/su14042055>