

Adopsi Teknologi Pengendalian Hama Terpadu dalam Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Sayuran Dataran Rendah di Kabupaten Sidoarjo

Sulthan Disky Maulana^a, R. Achmad Djazuli^b, Resya Nurdyawati^c

^aProgram Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik, kakdisky@gmail.com

^bProgram Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik, djazuliachmad@umg.ac.id

^cProgram Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik, resya.nurdyawati@umg.ac.id

Abstract

This study analyzes the adoption of Integrated Pest Management (IPM) technology in lowland vegetable farming in Sidoarjo Regency using a mixed methods approach involving 840 farmers in five central sub-districts selected through stratified random sampling. Data analysis employed logistic regression, Propensity Score Matching (PSM) with nearest neighbor method, and laboratory analysis. Results indicate a low IPM adoption rate of 39.3%, with 25.8% partial adopters and 13.5% complete adopters. The most adopted component is cultural practices (73.8%), while the least adopted is economic threshold application (14.2%). Significant determinants include education level (OR=1.091), Farmer Field School participation (OR=4.288), IPM input access (OR=2.545), and neighbor adoption rates (OR=8.914). PSM analysis showed IPM adoption significantly increased technical efficiency (DEA score: 0.785 vs 0.731, $p=0.010$), reduced pesticide use by 23% ($p<0.001$), and increased net profit by Rp 5.3 million/ha ($p=0.002$). Product quality from IPM adopters was superior with 67% reduction in pesticide residues, higher nutritional content, and an 8.4% price premium. Adoption sustainability reached 71.8% after two years. A total investment of Rp 66.5 billion is recommended to achieve a 75% adoption target within five years.

Keywords: technology adoption, Integrated Pest Management, farming efficiency, product quality, lowland vegetables

Abstrak

Penelitian ini menganalisis adopsi teknologi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada usahatani sayuran dataran rendah di Kabupaten Sidoarjo menggunakan pendekatan mixed methods yang melibatkan 840 petani di lima kecamatan sentra melalui stratified random sampling. Analisis data menggunakan regresi logistik, Propensity Score Matching (PSM), dan analisis laboratorium. Tingkat adopsi PHT masih rendah (39,3%) dengan 25,8% partial adopters dan 13,5% complete adopters. Komponen paling banyak diadopsi adalah praktik budidaya (73,8%) sedangkan paling sedikit adalah penerapan ambang ekonomi (14,2%). Determinan signifikan meliputi pendidikan (OR=1,091), partisipasi FFS (OR=4,288), akses input PHT (OR=2,545), dan adopsi tetangga (OR=8,914). Adopsi PHT meningkatkan efisiensi teknis 5,4 poin persentase, mengurangi pestisida 23%, dan keuntungan bersih Rp 5,3 juta/ha. Kualitas produk adopter lebih superior dengan penurunan residu pestisida 67% dan price premium 8,4%. Diperlukan investasi Rp 66,5 miliar untuk mencapai target adopsi 75% dalam lima tahun.

Kata Kunci: adopsi teknologi, Pengendalian Hama Terpadu, efisiensi usahatani, kualitas produk, sayuran dataran rendah

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license



PENDAHULUAN

Sektor pertanian Indonesia menghadapi tantangan kompleks dan multidimensional dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional. Proyeksi Badan Perencanaan Pembangunan Nasional menunjukkan bahwa populasi Indonesia akan mencapai 271,3 juta jiwa pada tahun 2025, dengan pergeseran pola konsumsi dari karbohidrat menuju diversifikasi nutrisi yang lebih seimbang. Komoditas sayuran dataran rendah menjadi komponen strategis dalam sistem ketahanan pangan nasional sebagai sumber vitamin, mineral, serat, dan antioksidan. Namun data Survei Sosial Ekonomi Nasional (BPS, 2023) menunjukkan bahwa konsumsi sayuran per kapita Indonesia hanya mencapai 185 gram per hari, jauh di bawah standar WHO sebesar 400 gram per hari.

Kabupaten Sidoarjo menempati posisi strategis dalam peta agribisnis hortikultura Jawa Timur, dengan luas areal tanam sayuran 1.562 hektar dan produksi total 107.203 ton per tahun yang berkontribusi sekitar 15% terhadap produksi sayuran regional (Dinas Pertanian Kabupaten Sidoarjo, 2023). Keunggulan komparatifnya terletak pada aksesibilitas pasar perkotaan Surabaya, infrastruktur transportasi memadai, dan tradisi budidaya hortikultura yang mengakar. Jenis sayuran dominan yang diusahakan meliputi bayam (89,3%), sawi (76,8%), kangkung (68,4%), tomat (34,7%), cabai (28,9%), dan terong (21,4%) dengan intensitas tanam rata-rata 2,8 kali per tahun.

Namun demikian, praktik budidaya konvensional yang intensif pestisida menjadi tantangan utama. Survei pendahuluan (2024) menunjukkan bahwa 78% petani masih mengandalkan pestisida sintesis dengan frekuensi penyemprotan 2–3 kali per minggu berdasarkan jadwal kalender (calendar spraying), tanpa

mempertimbangkan populasi hama dan keberadaan musuh alami. Biaya pestisida mencapai 35–45% dari total biaya input, dan 43% sampel sayuran mengandung residu di atas Batas Maksimum Residu (BMR) yang ditetapkan. Kondisi ini menciptakan risiko kesehatan bagi petani dan konsumen sekaligus menurunkan daya saing produk di pasar premium dan ekspor.

Hasil penelitian Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Jawa Timur (BBPP, 2023) menunjukkan bahwa efektivitas insektisida yang umum digunakan petani telah menurun drastis 40–60% dalam lima tahun terakhir akibat resistensi hama. Hama kunci seperti kutu daun (*Aphis gossypii*), trips (*Thrips tabaci*), dan ulat grayak (*Spodoptera litura*) menunjukkan tingkat resistensi yang mengkhawatirkan. Kondisi ini memaksa petani meningkatkan frekuensi dan dosis aplikasi pestisida, yang paradoksnya justru memperburuk resistensi dan menciptakan siklus ketergantungan yang sulit diputus.

Teknologi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menawarkan alternatif yang menjanjikan. PHT mengintegrasikan berbagai metode pengendalian secara ekologis—meliputi pengendalian biologis, praktik budidaya, varietas tahan, dan penggunaan pestisida selektif berdasarkan ambang ekonomi—untuk meminimalkan risiko bagi kesehatan manusia, ekosistem, dan lingkungan. Secara internasional, penelitian Mariyono (2017) menunjukkan adopsi IDM (Integrated Disease Management) meningkatkan hasil cabai 23% dan pendapatan bersih 34%. Kassie, Shiferaw, dan Muricho (2011) membuktikan bahwa adopsi PHT meningkatkan pendapatan tanaman 41% dan mengurangi probabilitas kemiskinan 15 poin persentase di Uganda. Pemsil, Waibel, dan Gutierrez (2005) menemukan bahwa partisipasi Farmer Field School (FFS) menurunkan penggunaan pestisida 46% tanpa efek buruk pada hasil di Vietnam.

Di Indonesia, penelitian Sari, Fatchiya, dan Tjitropranoto (2016) menunjukkan bahwa adopsi PHT bersifat parsial dan heterogen, dengan petani cenderung mengadopsi komponen yang dipersepsikan berisiko rendah. Latifah dkk. (2018) membuktikan bahwa penggunaan agen hayati PGPR menghasilkan 45,2 ton/ha tomat dengan rasio B/C 2,8, signifikan lebih tinggi dibandingkan praktik konvensional. Hasil penelitian Prabaningrum (2008) di Lembang menunjukkan PHT dapat mengurangi penggunaan pestisida 84,6% dan menurunkan residu di bawah BMR tanpa mengorbankan produktivitas. Temuan-temuan ini mengindikasikan potensi besar PHT namun juga mengingatkan bahwa adopsi melibatkan dimensi teknis, ekonomi, kelembagaan, dan sosial-budaya yang kompleks.

Konteks Kabupaten Sidoarjo yang merupakan wilayah dengan intensitas perdagangan sayuran tinggi dan kedekatan terhadap pasar perkotaan yang canggih memberikan setting ideal untuk menganalisis dinamika adopsi PHT dalam sistem agribisnis terintegrasi. Namun, tekanan untuk mempertahankan produktivitas jangka pendek dapat menjadi disinsentif untuk mengadopsi teknologi yang memerlukan kurva pembelajaran dan periode transisi. Pemahaman komprehensif tentang profil adopter, determinan adopsi, dan dampak terhadap efisiensi dan kualitas produk menjadi prasyarat untuk merancang intervensi kebijakan yang efektif dan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan: (1) menganalisis karakteristik sosial ekonomi petani dan kaitannya dengan adopsi PHT; (2) mengidentifikasi tingkat adopsi teknologi PHT; (3) menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan adopsi; (4) mengevaluasi dampak adopsi PHT terhadap efisiensi teknis dan ekonomis; dan (5) menganalisis pengaruh adopsi PHT terhadap kualitas produk sayuran di Kabupaten Sidoarjo.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan mixed methods yang mengintegrasikan analisis kuantitatif dan kualitatif secara komprehensif. Populasi adalah seluruh petani sayuran dataran rendah di Kabupaten Sidoarjo. Sampel dipilih menggunakan stratified random sampling sebanyak 840 petani dari lima kecamatan sentra: Sidoarjo (n=168), Candi (n=147), Tulangan (n=189), Wonoayu (n=168), dan Krembung (n=168), dengan tingkat respons 94,6%.

Pengumpulan data dilakukan melalui: (1) survei terstruktur menggunakan kuesioner yang telah diuji validitas ($r > 0,30$) dan reliabilitasnya (Cronbach Alpha $> 0,70$); (2) wawancara mendalam dengan key informants—penyuluh pertanian, pengurus kelompok tani, dan petugas dinas; (3) observasi lapangan pada usahatani responden; dan (4) analisis laboratorium untuk mengukur residu pestisida (kromatografi gas-GCMS), kandungan nutrisi (spektrofotometri), dan karakteristik fisik produk sayuran dari 100 sampel acak petani adopter dan non-adopter.

Teknik analisis data mencakup: (1) analisis deskriptif untuk karakteristik responden dan profil usahatani; (2) regresi logistik biner untuk mengidentifikasi determinan adopsi PHT dengan kontrol efek tetap kecamatan; (3) Data Envelopment Analysis (DEA) VRS untuk mengukur efisiensi teknis; dan (4) Propensity Score Matching (PSM) dengan metode nearest neighbor (caliper 0,1) untuk mengestimasi Average Treatment Effect

on Treated (ATT), melibatkan 330 adopter dicocokkan dengan 330 non-adopter pada common support 94,3% observasi. Semua kovariat seimbang setelah pencocokan ($p>0,10$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Karakteristik Responden dan Profil Usahatani Sayuran

Profil karakteristik 840 responden menunjukkan distribusi yang representatif. Rata-rata umur petani 48,7 tahun ($SD=12,3$), dengan 51,2% berumur 41–55 tahun. Komposisi gender didominasi laki-laki (78,6%) sebagai pengambil keputusan utama, meskipun 68,9% melaporkan kontribusi istri dalam manajemen usahatani. Rata-rata pendidikan 9,8 tahun ($SD=3,4$) dengan distribusi: 15,7% pendidikan tinggi, 42,3% menengah, 34,8% dasar, dan 7,2% tidak tamat SD. Pengalaman berusahatani rata-rata 16,4 tahun ($SD=8,9$). Rata-rata luas lahan 0,56 ha ($SD=0,29$) dengan 47,9% petani berlahan $<0,5$ ha, menunjukkan dominasi petani kecil.

Tabel 1. Karakteristik Sosial Ekonomi Responden Menurut Kecamatan

Karakteristik	Sidoarjo (n=168)	Candi (n=147)	Tulangan (n=189)	Wonoayu (n=168)	Krembung (n=168)	Total (n=840)
Umur (th, mean \pm SD)	46,3 \pm 11,8	48,9 \pm 12,7	49,6 \pm 13,1	47,8 \pm 11,9	50,2 \pm 12,8	48,7 \pm 12,3
Pendidikan (th)	11,2 \pm 3,1	9,8 \pm 3,3	9,1 \pm 3,6	10,3 \pm 3,2	8,7 \pm 3,8	9,8 \pm 3,4
Pengalaman (th)	14,8 \pm 8,2	16,7 \pm 9,1	17,9 \pm 9,4	15,8 \pm 8,6	18,2 \pm 9,5	16,4 \pm 8,9
Luas Lahan (ha)	0,34 \pm 0,18	0,52 \pm 0,23	0,67 \pm 0,31	0,58 \pm 0,25	0,71 \pm 0,34	0,56 \pm 0,29
Pendapatan (jt Rp/th)	28,7 \pm 12,4	24,3 \pm 11,8	31,5 \pm 14,2	27,9 \pm 12,9	26,8 \pm 13,1	27,8 \pm 12,9

Sumber: Data primer diolah, 2025

Kecamatan Sidoarjo menunjukkan profil paling menguntungkan untuk adopsi teknologi dengan umur rata-rata termuda dan tingkat pendidikan tertinggi, meskipun lahan terkecil. Kecamatan Tulangan memiliki pendapatan usahatani tertinggi (Rp 31,5 juta/tahun) yang didukung kombinasi luas lahan relatif besar dan produktivitas baik. Status kepemilikan lahan yang dominan milik sendiri (70,8%) memberikan keamanan dan insentif untuk investasi jangka panjang, termasuk adopsi teknologi PHT.

Profil usahatani menunjukkan intensitas tanam rata-rata 2,8 kali per tahun, produktivitas sayuran daun 18,9 ton/ha dan sayuran buah 22,7 ton/ha (di atas rata-rata nasional). Penggunaan pestisida rata-rata 4,7 liter bahan aktif per hektar per tahun dengan biaya mencapai 15,1% dari total biaya usahatani. Rata-rata R/C ratio 1,31 ($SD=0,19$) menunjukkan tingkat profitabilitas yang wajar namun dengan variabilitas cukup tinggi, mengindikasikan potensi signifikan untuk perbaikan melalui adopsi teknologi yang lebih baik.

Status dan Tingkat Adopsi Teknologi PHT

Analisis adopsi PHT menggunakan kerangka komprehensif yang mencakup lima komponen utama: pemantauan dan pengintaian, ambang ekonomi, pengendalian biologis, praktik budidaya, dan penggunaan pestisida selektif. Klasifikasi membedakan non-adopter (<3 komponen), adopter parsial (3–4 komponen), dan adopter lengkap (semua 5 komponen). Skor intensitas adopsi rata-rata 34,7 ($SD=23,8$) pada skala 0–100, menunjukkan masih rendahnya kualitas implementasi secara keseluruhan.

Tabel 2. Tingkat Adopsi Komponen PHT di Kabupaten Sidoarjo

Komponen PHT	Adopsi (%)	Skor Kualitas (1-5)	Keberlanjutan 2th (%)
Praktik Budidaya (Sanitasi)	73,8	3,5 \pm 1,0	91,2
Praktik Budidaya (Rotasi)	69,8	3,4 \pm 1,1	89,7
Pengurangan Pestisida	41,8	3,2 \pm 1,3	87,4
Pemantauan Lapangan	34,2	2,8 \pm 1,2	78,4
Konservasi Musuh Alami	31,7	2,9 \pm 1,3	81,2
Identifikasi Hama	28,7	2,6 \pm 1,1	72,1
Pengendalian Biologis	23,7	2,7 \pm 1,2	75,6
Pengetahuan Ambang Ekonomi	18,9	2,4 \pm 1,1	69,3
Penerapan Ambang Ekonomi	14,2	2,2 \pm 1,0	64,8

Sumber: Data primer diolah, 2025

Praktik budidaya menunjukkan tingkat adopsi tertinggi—sanitasi (73,8%) dan rotasi tanaman (69,8%)—karena relatif mudah diimplementasikan dengan manfaat jangka pendek yang terlihat. Sebaliknya, ambang ekonomi dan pengendalian biologis menunjukkan adopsi terendah (14,2% dan 23,7%), konsisten dengan literatur bahwa praktik intensif pengetahuan memerlukan pelatihan dan dukungan lebih ekstensif. Keberlanjutan adopsi setelah dua tahun bervariasi dari 64,8% hingga 91,2%, dengan komponen yang lebih sederhana menunjukkan keberlanjutan lebih tinggi.

Faktor-faktor Determinan Adopsi PHT

Analisis regresi logistik biner menunjukkan goodness-of-fit yang baik (Pseudo $R^2=0,347$, mengklasifikasikan 74,8% observasi dengan benar, LR $\chi^2=224,7$, $p<0,001$). Pendidikan berpengaruh positif signifikan (OR=1,091; $p=0,005$), mengindikasikan setiap tahun tambahan pendidikan meningkatkan peluang adopsi 9,1%. Sikap lingkungan berpengaruh positif (OR=1,219; $p=0,026$), menunjukkan motivasi intrinsik dapat mengatasi hambatan ekonomi.

Tabel 3. Hasil Regresi Logistik Determinan Adopsi PHT

Variabel	OR	95% CI	p-value
Pendidikan (tahun)	1,091	1,027–1,159	0,005**
Sikap lingkungan	1,219	1,025–1,449	0,026*
Luas lahan (ha)	2,201	1,393–3,476	0,001**
Pendapatan usahatani	1,042	1,012–1,073	0,006**
Akses penyuluhan	1,347	1,133–1,602	0,001**
Partisipasi FFS	4,288	2,442–7,533	<0,001***
Keanggotaan kelompok tani	1,988	1,256–3,145	0,003**
Akses kredit	1,721	1,167–2,539	0,006**
Akses input PHT	2,545	1,576–4,110	<0,001***
Informasi harga premium	1,844	1,274–2,669	0,001**
Tingkat adopsi sebaya	8,914	3,647–21,785	<0,001***
Kepercayaan penyuluhan	1,459	1,122–1,897	0,005**

Catatan: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

Sumber: Data primer diolah, 2025

Partisipasi dalam Farmer Field School (FFS) memiliki efek terbesar (OR=4,288; $p<0,001$), menyoroti pentingnya pembelajaran experiential dan berbasis ekosistem. Analisis efek marginal menunjukkan partisipasi FFS meningkatkan probabilitas adopsi sebesar 31,2 poin persentase. Akses input PHT merupakan prediktor terkuat kedua (OR=2,545; $p<0,001$), menegaskan pentingnya pengembangan rantai pasok agen hayati dan pestisida selektif di tingkat lokal. Faktor sosial—tingkat adopsi sebaya—menunjukkan efek terbesar dalam seluruh model (OR=8,914; $p<0,001$), memberikan bukti kuat untuk pembelajaran sosial dan efek jaringan dalam difusi teknologi. Peningkatan adopsi tetangga dari 20% menjadi 60% meningkatkan probabilitas adopsi sebesar 28,6 poin persentase.

Analisis kombinasi profil petani mengungkapkan kesenjangan besar: petani dengan profil menguntungkan (pendidikan tinggi + FFS + akses input + lahan >0,5 ha) memiliki tingkat adopsi 78,7%, hampir enam kali lebih tinggi dibandingkan profil menantang (pendidikan rendah + tanpa FFS + akses terbatas + lahan <0,3 ha) yang hanya 12,8%. Lingkungan adopsi sebaya yang tinggi (>50% tetangga mengadopsi) dapat mendorong adopsi 67,1% terlepas dari karakteristik individu, menunjukkan pentingnya intervensi tingkat komunitas.

Dampak Adopsi PHT terhadap Efisiensi Usahatani

Hasil analisis PSM menunjukkan dampak positif konsisten adopsi PHT. Efisiensi teknis (skor DEA-VRS) secara signifikan lebih tinggi untuk adopter (0,785 vs 0,731; $p=0,010$), dengan peningkatan 5,4 poin persentase. Hal ini mengindikasikan petani adopter PHT beroperasi lebih dekat ke frontier produksi melalui manajemen hama yang lebih baik dan kombinasi input lebih optimal. Penggunaan pestisida secara dramatis lebih rendah (1,2 liter a.i./ha; 23%; $p<0,001$), membuktikan PHT mencapai tujuan utama pengurangan ketergantungan pestisida kimia.

Tabel 4. Hasil Analisis PSM: Dampak Adopsi PHT terhadap Kinerja Usahatani

Indikator	Adopter	Non-adopter	Perbedaan (ATT)	p-value
Skor Efisiensi DEA	0,785	0,731	+0,054	0,010**
Total Biaya (Rp juta/ha)	38,4	40,1	-1,7	0,056†
Total Pendapatan (Rp juta/ha)	53,4	49,8	+3,6	0,013*
Keuntungan Bersih (Rp juta/ha)	15,0	9,7	+5,3	0,002**
Rasio R/C	1,39	1,25	+0,14	0,001**
Penggunaan Pesticida (liter a.i./ha)	3,9	5,1	-1,2	<0,001***
Produktivitas TK (Rp/HOK)	280,7	249,1	+31,6	0,014*
Skor Kualitas (1-10)	7,7	7,0	+0,7	0,002**
Premi Harga (%)	7,9	2,3	+5,6	0,003**

Catatan: 330 adopter vs 330 non-adopter; † $p < 0,10$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Sumber: Data primer diolah, 2025

Keuntungan bersih adopter PHT lebih tinggi Rp 5,3 juta per hektar ($p=0,002$), merepresentasikan peningkatan sekitar 55% dalam profitabilitas dibandingkan non-adopter. Rasio R/C adopter (1,39) secara signifikan lebih tinggi dibandingkan non-adopter (1,25), mengindikasikan setiap rupiah yang diinvestasikan menghasilkan return lebih besar. Produktivitas tenaga kerja juga lebih tinggi (Rp 31,6/HOK; $p=0,014$), menunjukkan efisiensi kerja yang lebih baik melalui praktik manajemen yang superior.

Dampak Adopsi PHT terhadap Kualitas Produk Sayuran

Analisis laboratorium menunjukkan keunggulan kualitas produk petani adopter PHT secara konsisten di berbagai dimensi. Residu pestisida pada sayuran adopter PHT 67% lebih rendah dibandingkan non-adopter, dan seluruh sampel adopter memenuhi standar BMR, sementara 43% sampel non-adopter masih melebihi batas aman. Kandungan vitamin C sayuran adopter lebih tinggi 12,3%, kandungan antioksidan 18,7%, dan kandungan nitrat 23,4% lebih rendah—parameter penting untuk produk sayuran segar premium.

Karakteristik fisik produk adopter juga lebih baik, meliputi penampilan visual lebih segar (skor 7,7 vs 7,0 pada skala 1–10), ukuran lebih seragam, dan masa simpan rata-rata lebih panjang 1,5 hari. Perbaikan kualitas ini ditranslasikan menjadi price premium 8,4% di pasar, menghasilkan tambahan pendapatan signifikan yang memperkuat argumen ekonomi untuk adopsi PHT. Keberlanjutan adopsi mencapai 71,8% setelah dua tahun, jauh lebih tinggi dibandingkan berbagai program intervensi teknologi pertanian di Indonesia yang umumnya kurang dari 50%.

Hambatan utama adopsi PHT yang teridentifikasi meliputi: kurangnya pengetahuan teknis (73,2% non-adopter), biaya input biologis yang masih tinggi (58,4%), keterbatasan ketersediaan agen hayati di tingkat lokal (64,1%), jarak rata-rata 12,3 km ke lokasi penyuluhan, dan persepsi risiko tinggi terhadap produktivitas selama masa transisi (51,7%). Temuan ini menggarisbawahi pentingnya intervensi yang holistik, mencakup pengembangan kapasitas pengetahuan, pengembangan rantai pasok input, dan sistem insentif pasar.

SIMPULAN

Tingkat adopsi PHT di Kabupaten Sidoarjo masih rendah (39,3%) dengan pola adopsi parsial yang didominasi komponen praktik budidaya. Determinan terkuat adopsi PHT adalah tingkat adopsi sebaya (OR=8,914), partisipasi FFS (OR=4,288), dan akses input PHT (OR=2,545), yang menunjukkan pentingnya faktor sosial, institusional, dan rantai pasok dalam keputusan adopsi. Analisis PSM membuktikan adopsi PHT memberikan dampak positif signifikan: efisiensi teknis meningkat 5,4 poin persentase, penggunaan pestisida berkurang 23%, keuntungan bersih meningkat Rp 5,3 juta/ha, dan kualitas produk superior dengan residu pestisida 67% lebih rendah dan price premium 8,4%.

Strategi pengembangan yang direkomendasikan mencakup: (1) penguatan dan ekspansi program FFS—minimal satu program per desa sentra sayuran; (2) pengembangan rantai pasok input PHT yang handal dan terjangkau di tingkat lokal; (3) penerapan sistem sertifikasi dan labeling produk PHT untuk menjamin akses pasar premium; (4) penguatan kapasitas penyuluh pertanian melalui pelatihan lanjutan PHT; (5) intervensi berbasis komunitas yang memanfaatkan efek contagion dari adopsi sebaya; dan (6) alokasi investasi Rp 66,5 miliar dalam lima tahun untuk mencapai target adopsi 75% demi mewujudkan sistem agribisnis sayuran yang berkelanjutan, berdaya saing, dan berkontribusi pada SDGs.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Kabupaten Sidoarjo atas dukungan data dan izin penelitian, kepada seluruh petani responden di lima kecamatan sentra yang telah berpartisipasi, serta kepada Dosen-dosen pada Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian UMG atas dukungan akademik dan kelembagaan dalam pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BBPP Teknologi Pertanian Jawa Timur. (2023). Laporan Pengkajian Resistensi Hama Tanaman Hortikultura. Malang: BBPP.
- [2] Badan Ketahanan Pangan. (2023). Neraca Bahan Makanan Indonesia 2023. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- [3] Badan Pusat Statistik. (2023). Survei Sosial Ekonomi Nasional 2023. Jakarta: BPS.
- [4] Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo. (2023). Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka 2023. Sidoarjo: BPS.
- [5] Dasgupta, S., Meisner, C., & Huq, M. (2005). A Pinch or a Pint? Evidence of Pesticide Overuse in Bangladesh. *Journal of Agricultural Economics*, 58(1), 91–114.
- [6] Dinas Pertanian Kabupaten Sidoarjo. (2023). Laporan Tahunan Dinas Pertanian Kabupaten Sidoarjo 2023. Sidoarjo: Dinas Pertanian.
- [7] Kassie, M., Shiferaw, B., & Muricho, G. (2011). Agricultural Technology, Crop Income, and Poverty Alleviation in Uganda. *World Development*, 39(10), 1784–1795.
- [8] Kementerian Pertanian. (2023). Kebijakan Pembangunan Hortikultura Berkelanjutan. Jakarta: Kementan.
- [9] Koirala, K. H., Mishra, A. K., & Mohanty, S. (2016). Impact of Land Ownership on Productivity and Efficiency of Rice Farmers: The Case of the Philippines. *Land Use Policy*, 50, 371–378.
- [10] Latifah, A., dkk. (2018). Uji Teknis dan Ekonomis Komponen PHT pada Usahatani Tomat di Kabupaten Kediri. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(2), 112–121.
- [11] Mariyono, J. (2017). Socioeconomic Impact Assessment of Integrated Disease Management Program in Chili Production. *Acta Horticulturae*, 1188, 241–248.
- [12] Pems, D., Waibel, H., & Gutierrez, A. P. (2005). Why do some Bt-cotton farmers in China continue to use high levels of pesticides? *International Journal of Agricultural Sustainability*, 3(1), 44–56.
- [13] Prabaningrum, L. (2008). Penerapan Teknologi PHT untuk Mengendalikan OPT pada Budidaya Paprika. *Jurnal Hortikultura*, 18(1), 56–67.
- [14] Salaki, C. L., Situmorang, J., & Sembiring, H. (2017). Pengendalian Hama Terpadu Sayuran di Kota Tomohon. *Jurnal Agrotekbis*, 5(3), 289–295.
- [15] Sari, N. P., Fatchiya, A., & Tjitropranoto, P. (2016). Tingkat Penerapan PHT Sayuran di Kenagarian Koto Tinggi Kabupaten Agam. *Jurnal Penyuluhan*, 12(1), 48–59.
- [16] Sharma, A., & Peshin, R. (2016). Impact of Integrated Pest Management of Vegetables on Pesticide Use in Subtropical Jammu. *Crop Protection*, 84, 105–114.