



Pengaruh Risiko Paparan Pestisida terhadap Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan: Perspektif Hukum Kesehatan terhadap Peran *Sustainable Healthcare Systems* sebagai Variabel Mediasi

Adriana Pakendek^{1*}, Noer Dini Camelia², Novita Sari³, Nila Mukarromah⁴, Adella Erliyanti⁵

¹⁻⁵Fakultas Hukum, Universitas Madura

*Penulis Korespondensi: adriana.pakendek@unira.ac.id

Abstrak. *This study aims to examine the effect of pesticide exposure risk on the incidence of respiratory diseases in farmers in industrial areas, with the Sustainable Healthcare Systems approach as a mediating variable. This study uses a quantitative approach, where data is collected through a survey involving 487 active pesticide user farmers in industrial and agricultural areas. The data collection instrument uses a questionnaire with a Likert scale, which is then processed using the Partial Least Squares - Structural Equation Modeling (PLS-SEM) method with SmartPLS software to test the relationship between variables. The results of the study indicate that the risk of pesticide exposure has a significant effect on the incidence of respiratory diseases in farmers, with the Sustainable Healthcare Systems approach acting as a mediator that strengthens this relationship. These findings confirm the importance of integrating environmental and health policies to mitigate risks faced by farmers in industrial areas. This study fills a gap in previous research by integrating the Sustainable Healthcare Systems approach in the context of pesticide exposure and its impact on health, especially on vulnerable groups such as farmers. This study provides practical implications for health and environmental policies, which can be used to formulate sustainable health system-based mitigation strategies, to protect farmers from the impacts of pesticide exposure and improve their quality of life.*

Keywords: *Environmental Health; Farmers; Pesticide Exposure Risk; Respiratory Tract Diseases; Sustainable Healthcare Systems.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh risiko paparan pestisida terhadap kejadian penyakit saluran pernapasan pada petani di wilayah industri, dengan pendekatan *Sustainable Healthcare Systems* sebagai variabel mediasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, di mana data dikumpulkan melalui survei yang melibatkan 487 petani pengguna pestisida aktif di wilayah industri dan agraris. Instrumen pengumpulan data menggunakan kuesioner dengan skala Likert, yang kemudian diolah menggunakan metode *Partial Least Squares - Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) dengan perangkat lunak SmartPLS untuk menguji hubungan antar variabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko paparan pestisida berpengaruh signifikan terhadap kejadian penyakit saluran pernapasan pada petani, dengan pendekatan *Sustainable Healthcare Systems* berperan sebagai mediator yang memperkuat hubungan ini. Temuan ini mengonfirmasi pentingnya integrasi kebijakan lingkungan dan kesehatan untuk mitigasi risiko yang dihadapi oleh petani di wilayah industri. Penelitian ini mengisi kesenjangan dalam penelitian sebelumnya dengan mengintegrasikan pendekatan *Sustainable Healthcare Systems* dalam konteks paparan pestisida dan dampaknya terhadap kesehatan, khususnya pada kelompok rentan seperti petani. Penelitian ini memberikan implikasi praktis bagi kebijakan kesehatan dan lingkungan, yang dapat digunakan untuk merumuskan strategi mitigasi berbasis sistem kesehatan berkelanjutan, guna melindungi petani dari dampak paparan pestisida dan meningkatkan kualitas hidup mereka.

Kata kunci: Kesehatan Lingkungan; Penyakit Saluran Pernapasan; Petani; Risiko Paparan Pestisida; Sistem Kesehatan Berkelanjutan.

1. LATAR BELAKANG

Pestisida telah lama digunakan dalam kegiatan pertanian untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Namun, penggunaan pestisida yang berlebihan dan tidak terkontrol dapat membawa dampak negatif terhadap kesehatan manusia, khususnya petani yang terpapar secara langsung. Paparan pestisida dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang signifikan, terutama pada sistem pernapasan, yang dapat mengarah pada penyakit saluran pernapasan akut maupun kronis. Petani di wilayah industri yang memiliki tingkat polusi tinggi seringkali menjadi kelompok yang rentan terhadap efek buruk paparan pestisida, seperti yang terjadi di Kabupaten Pamekasan dan Sumenep, yang merupakan daerah dengan tingkat penggunaan pestisida yang tinggi (Ahmad et al., 2024; Payami et al., 2024).

Paparan pestisida berbahaya, seperti *organofosfat* dan *karbamat*, memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan risiko penyakit pernapasan pada petani. Beberapa studi telah menunjukkan bahwa paparan pestisida dapat memperburuk kondisi kesehatan, khususnya penyakit saluran pernapasan, yang merupakan masalah kesehatan utama di kalangan petani (Kumar et al., 2024; Ogwu et al., 2024). Kondisi ini diperburuk oleh faktor lingkungan lainnya, seperti kualitas udara yang buruk di wilayah pertanian yang padat industri.

Namun, meskipun dampak langsung dari pestisida terhadap kesehatan pernapasan telah banyak diteliti, upaya untuk mengatasi masalah ini dengan pendekatan sistem kesehatan yang berkelanjutan masih sangat terbatas. *Sustainable Healthcare Systems (SHS)* mengintegrasikan kebijakan kesehatan dan lingkungan untuk menciptakan sistem pelayanan kesehatan yang responsif terhadap risiko lingkungan, dan ini menjadi pendekatan yang sangat relevan dalam menangani masalah kesehatan yang timbul akibat paparan pestisida (Chiu & Fong, 2025; Jadhav et al., 2024). Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi dampak kesehatan dengan meningkatkan akses layanan kesehatan yang adil, menyediakan penyuluhan yang memadai, dan memperkuat integrasi data lingkungan dan kesehatan.

Dari sudut pandang hukum kesehatan, penting untuk memahami bagaimana perlindungan hukum dapat diterapkan untuk melindungi petani yang terpapar risiko kesehatan akibat penggunaan pestisida. Hukum kesehatan memegang peranan penting dalam menciptakan regulasi yang dapat mengendalikan dan mengurangi penggunaan pestisida berbahaya, serta memastikan bahwa petani mendapatkan akses yang memadai terhadap layanan kesehatan yang dibutuhkan. Negara, melalui undang-undang dan peraturan terkait, memiliki tanggung jawab untuk melindungi kesehatan warganya, termasuk di sektor pertanian, dengan mengatur penggunaan pestisida yang aman dan memberi sanksi terhadap pelanggaran

yang membahayakan kesehatan masyarakat (Krieger, 2011). Hukum kesehatan juga mendorong adanya penyuluhan dan pendidikan bagi petani tentang cara-cara yang tepat dalam menggunakan pestisida serta pentingnya alat pelindung diri (APD) dalam mengurangi risiko kesehatan.

Gap penelitian ini terletak pada kurangnya kajian yang mengintegrasikan sistem kesehatan berkelanjutan dalam konteks paparan pestisida dan dampaknya terhadap kesehatan, khususnya pada kelompok rentan seperti petani. Meskipun terdapat banyak penelitian yang membahas paparan pestisida dan dampaknya terhadap kesehatan, tidak banyak yang mempertimbangkan bagaimana pendekatan sistem kesehatan yang berkelanjutan dapat menjadi mediator yang efektif dalam mitigasi risiko kesehatan tersebut (Silverio et al., 2023; Sorensen & Balbus, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengeksplorasi pengaruh risiko paparan pestisida terhadap kejadian penyakit saluran pernapasan pada petani, serta peran pendekatan SHS sebagai variabel mediasi dalam hubungan tersebut. Dari perspektif hukum kesehatan, penelitian ini juga berfokus pada pentingnya integrasi kebijakan publik yang melindungi petani dari paparan pestisida yang berbahaya melalui pengaturan yang jelas dan efektif. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan bukti empiris yang kuat tentang pentingnya pengelolaan risiko yang efektif dan sistem kesehatan berkelanjutan dalam melindungi petani dari dampak kesehatan yang merugikan akibat paparan pestisida.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh paparan pestisida terhadap penyakit saluran pernapasan pada petani dan menilai peran sistem kesehatan berkelanjutan sebagai mediator dalam hubungan tersebut. Dengan mengintegrasikan kebijakan kesehatan dan lingkungan serta memperkuat aspek hukum kesehatan, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi mitigasi berbasis sistem kesehatan berkelanjutan yang tidak hanya mengurangi dampak kesehatan, tetapi juga melindungi hak-hak petani yang rentan terhadap risiko kesehatan akibat paparan pestisida.

2. KAJIAN TEORITIS

Teori Paparan Lingkungan dan Dampaknya Terhadap Kesehatan

Paparan terhadap bahan kimia berbahaya, seperti pestisida, memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan manusia, terutama pada petani yang terpapar secara langsung. Teori paparan lingkungan menyatakan bahwa kualitas lingkungan yang buruk dapat mempengaruhi kesehatan manusia, baik dalam jangka pendek maupun panjang. Salah satu dampak utama dari paparan pestisida adalah gangguan pada sistem pernapasan, yang dapat berkembang menjadi penyakit saluran pernapasan akut atau kronis (Kumar et al., 2024; Ogwu et al., 2024). Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa paparan pestisida, seperti *organofosfat* dan *karbamat*, meningkatkan risiko terjadinya penyakit pernapasan pada petani (Ahmad et al., 2024; Payami et al., 2024). Dalam konteks ini, teori paparan bahan kimia berbahaya menjadi dasar untuk memahami hubungan antara risiko paparan pestisida dan gangguan kesehatan pernapasan.

Sustainable Healthcare Systems (SHS)

Pendekatan *Sustainable Healthcare Systems (SHS)* berfokus pada menciptakan sistem pelayanan kesehatan yang berkelanjutan, efisien, dan responsif terhadap risiko lingkungan. SHS menyatukan kebijakan kesehatan dengan aspek lingkungan untuk memastikan bahwa masyarakat, khususnya kelompok rentan seperti petani, memiliki akses terhadap layanan kesehatan yang adil dan berkualitas. Teori SHS berasumsi bahwa sistem kesehatan yang terintegrasi dengan baik dapat membantu mengurangi dampak negatif dari paparan lingkungan terhadap kesehatan masyarakat (Chiu & Fong, 2025). Sistem ini juga menekankan pada pentingnya kebijakan mitigasi yang efektif, seperti pengelolaan risiko pestisida yang tepat, untuk meminimalkan risiko kesehatan terkait lingkungan (Silverio, 2023).

Teori Risiko dan Mitigasi

Teori risiko berfokus pada identifikasi dan pengelolaan faktor risiko yang dapat membahayakan kesehatan. Dalam konteks penelitian ini, risiko paparan pestisida adalah faktor utama yang dapat meningkatkan kejadian penyakit saluran pernapasan. Mitigasi risiko, terutama dalam penggunaan pestisida, menjadi elemen penting dalam mengurangi dampak kesehatan yang ditimbulkan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan alat pelindung diri yang tepat dan praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan dapat mengurangi paparan pestisida dan, pada gilirannya, mengurangi risiko penyakit pernapasan pada petani (Ogwu et al., 2024; Ahmad et al., 2023).

Teori Sistem Kesehatan Berkelanjutan dalam Konteks Paparan Pestisida

Penelitian ini menggabungkan teori sistem kesehatan berkelanjutan (*Sustainable Healthcare Systems*) dengan paparan pestisida, untuk melihat bagaimana sistem kesehatan yang responsif dapat memitigasi risiko kesehatan akibat paparan pestisida. Sistem kesehatan berkelanjutan mengarah pada peningkatan kolaborasi antara sektor pertanian dan kesehatan, serta meningkatkan kesadaran masyarakat tentang bahaya paparan pestisida dan langkah-langkah pencegahannya (Silverio et al., 2023; Sorensen & Balbus, 2021). Teori ini penting karena memungkinkan integrasi antara kebijakan kesehatan dan lingkungan untuk menciptakan pendekatan yang lebih holistik dalam mengurangi dampak kesehatan dari paparan pestisida.

Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji hubungan antara paparan pestisida dan gangguan kesehatan. (Liu et al., 2019) menemukan bahwa petani yang bekerja di lingkungan dengan paparan pestisida tinggi mengalami peningkatan risiko penyakit pernapasan, terutama asma. Penelitian oleh (Bettcher et al., 2021) menekankan bahwa kebijakan mitigasi yang lebih efektif, seperti penggunaan pestisida yang lebih aman dan pendidikan kepada petani, sangat penting untuk mengurangi dampak kesehatan. (Ghersa et al., 2020) juga menyoroti pentingnya pendekatan berbasis manajemen risiko dalam mengurangi dampak dari penggunaan pestisida.

3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menguji hipotesis mengenai pengaruh pajanan pestisida terhadap kejadian penyakit saluran pernapasan pada petani di wilayah industri dan agraris, serta peran Pendekatan *Sustainable Healthcare Systems* (SHS) sebagai variabel mediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana pendekatan SHS mengintegrasikan kebijakan kesehatan dengan aspek lingkungan untuk mitigasi dampak dari paparan pestisida. Data dikumpulkan melalui survei terhadap 487 petani yang menggunakan pestisida aktif, kemudian dianalisis menggunakan metode *Partial Least Squares - Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) dengan perangkat lunak SmartPLS untuk mengeksplorasi hubungan langsung dan tidak langsung antara variabel-variabel yang ada.

Partisipan/Sampel

Partisipan dalam penelitian ini adalah 487 petani yang berasal dari wilayah industri dan agraris, yang secara aktif menggunakan pestisida dalam kegiatan pertaniannya. Pemilihan partisipan dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan kriteria partisipan yang hanya melibatkan petani yang secara aktif terlibat dalam penggunaan pestisida. Sampel ini mencakup petani dari berbagai wilayah yang memiliki tingkat paparan pestisida yang tinggi, untuk memastikan keberagaman dalam jenis paparan yang diterima.

Instrumen

Data dikumpulkan menggunakan kuesioner yang berisi skala Likert 5 poin, mulai dari 1 ("sangat tidak setuju") hingga 5 ("sangat setuju"). Kuesioner ini dirancang untuk mengukur tiga variabel utama: paparan pestisida, pendekatan SHS, dan kejadian penyakit saluran pernapasan. Item untuk masing-masing variabel disesuaikan dari penelitian terdahulu tentang kesehatan lingkungan (Ogwu et al., 2024; Ahmad et al., 2024). Variabel paparan pestisida diukur dengan indikator-indikator seperti frekuensi penyemprotan, jenis pestisida yang digunakan, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Variabel SHS diukur dengan indikator seperti akses layanan kesehatan, respons terhadap kasus gangguan pernapasan, dan integrasi data lingkungan dan kesehatan. Variabel kejadian penyakit saluran pernapasan diukur dengan frekuensi gejala seperti batuk, sesak napas, dan penyakit pernapasan kronis (Silverio, 2023).

Prosedur

Pengumpulan data dilakukan melalui survei yang dibagikan kepada petani di daerah yang telah ditargetkan. Survei dilakukan dalam dua tahap: pertama, dilakukan survei awal untuk memastikan kriteria pemilihan sampel, diikuti dengan survei utama. Pengumpulan data dilakukan baik secara online maupun *offline* untuk memastikan jangkauan yang lebih luas, dengan bantuan enumerator di wilayah pedesaan. Data yang terkumpul kemudian dibersihkan dan dianalisis menggunakan PLS-SEM, yang ideal untuk menguji model kompleks yang melibatkan mediator dan moderator (Sarstedt et al., 2017). PLS-SEM digunakan karena metode ini mampu mengestimasi hubungan yang kompleks dan memungkinkan pengujian hubungan antara variabel berdasarkan variansi, yang sangat sesuai dengan model penelitian ini.

Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan perangkat lunak WarpPLS. Analisis terdiri dari dua langkah utama: pertama, mengevaluasi model pengukuran untuk memastikan reliabilitas dan validitasnya, dan kedua, menguji model struktural untuk mengeksplorasi hubungan antar variabel. Kesesuaian model dievaluasi melalui indeks-indeks kecocokan standar, termasuk koefisien jalur, nilai R^2 , dan signifikansi efek tidak langsung. Teknik bootstrapping digunakan untuk menguji signifikansi hubungan dengan tingkat signifikansi yang ditetapkan pada $p < 0,05$ (Sarstedt et al., 2017).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sampel

Penelitian ini melibatkan 487 responden yang merupakan pengguna pestisida aktif dari kawasan industri dan pertanian. Karakteristik sampel tersebar di beberapa variabel demografi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.1. Sampel terdiri dari 267 responden laki-laki (54,8%) dan 220 responden perempuan (45,2%), menunjukkan representasi gender yang cukup seimbang. Kelompok usia berkisar antara 20–24 tahun (6,8%) hingga 55–56 tahun (3,5%), dengan proporsi terbesar (19,7%) berada dalam kelompok usia 30–34 tahun, diikuti oleh kelompok usia 40–44 tahun (18,1%).

Tabel 1. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Variabel	Item	Koefisien Cronbach Alpha	Koefisien korelasi product moment
Risiko Paparan Pestisida (X)	X1.1	0,779	0,780
	X1.2		0,762
	X1.3		0,752
	X1.4		0,745
	X1.5		0,791
	X1.6		0,764
	X1.7		0,769
	X1.8		0,792
	X1.9		0,773
	X1.10		0,785
Sustainable Healthcare Systems (Z)	Z1.1	0,783	0,806
	Z1.2		0,778
	Z1.3		0,806
	Z1.4		0,812
	Z1.5		0,816
	Z1.6		0,809
	Z1.7		0,822
	Z1.8		0,813
	Z1.9		0,797
	Z1.10		0,792
Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y)	Y1.1	0,784	0,818
	Y1.2		0,830
	Y1.3		0,829
	Y1.4		0,830
	Y1.5		0,730
	Y1.6		0,891
	Y1.7		0,840
	Y1.8		0,819
	Y1.9		0,812
	Y1.10		0,833

Sumber: Data Primer diolah 2025

Berdasarkan Tabel 1.15, hasil uji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian ini menunjukkan bahwa semua variabel yang diuji memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang sangat baik. Koefisien *Cronbach's Alpha* untuk setiap variabel lebih besar dari 0,6, dan koefisien korelasi *product moment* untuk setiap item juga lebih dari 0,3, yang menandakan bahwa instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dapat dipercaya dan valid. Berikut adalah analisis terperinci untuk setiap variabel yang diteliti: (1) Risiko Paparan Pestisida (X): Koefisien *Cronbach's Alpha* untuk variabel ini berkisar antara 0,733 hingga 0,791, menunjukkan reliabilitas yang sangat baik. Koefisien korelasi *product moment* untuk item-item dalam variabel ini berkisar antara 0,745 hingga 0,792, yang menunjukkan bahwa semua indikator dalam variabel ini valid. (2) *Sustainable Healthcare Systems* (Z): Koefisien *Cronbach's Alpha* untuk variabel ini berkisar antara 0,778 hingga 0,822, dengan reliabilitas yang sangat baik. Koefisien korelasi *product moment* untuk item-item dalam variabel ini berkisar antara 0,792 hingga 0,816, yang menunjukkan validitas yang sangat baik untuk setiap item. (3) Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y): Koefisien *Cronbach's Alpha* untuk

variabel ini berkisar antara 0,730 hingga 0,891, menunjukkan reliabilitas yang sangat baik. Koefisien korelasi *product moment* untuk item-item dalam variabel ini berkisar antara 0,730 hingga 0,891, yang menunjukkan validitas yang sangat baik dan konsisten di seluruh indikator.

Secara keseluruhan, hasil uji validitas dan reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen yang digunakan dalam penelitian ini memiliki koefisien *Cronbach's Alpha* lebih dari 0,6 dan koefisien korelasi *product moment* lebih dari 0,3, yang mengindikasikan bahwa instrumen penelitian ini sangat dapat diandalkan dan valid untuk digunakan dalam penelitian lebih lanjut.

Analisis Statistik Inferensial

Outer loading atau Loading

Berdasarkan penjelasan di atas, nilai *outer loading* menggambarkan kekuatan hubungan atau korelasi antara indikator dengan variabel laten yang diwakilinya. Semakin tinggi nilai *outer loading*, semakin kuat hubungan antara indikator dan variabel laten tersebut. Secara umum, nilai *outer loading* yang lebih besar dari 0,7 dianggap cukup baik karena menunjukkan bahwa lebih dari 50% variabilitas indikator dapat dijelaskan oleh variabel laten.

Namun, jika nilai *outer loading* berada di bawah 0,4, hal ini menunjukkan hubungan yang sangat lemah antara indikator dan variabel laten, sehingga indikator dengan nilai tersebut sebaiknya dikeluarkan dari analisis. Untuk nilai *outer loading* antara 0,4 hingga 0,7, penghapusan indikator mungkin masih perlu dipertimbangkan, terutama jika penghapusannya dapat meningkatkan nilai *composite reliability* atau *average variance extracted* (AVE). Kedua ukuran ini penting untuk meningkatkan validitas dan reliabilitas model yang sedang dianalisis. Oleh karena itu, pemilihan indikator yang sesuai berdasarkan nilai *outer loading* menjadi langkah krusial dalam analisis model struktural, seperti yang diterapkan dalam metode PLS-SEM.

Tabel 2. Nilai *Outer Loading*

	X	Z	Y	Type as (defined)	SE	P- Value
X1.1	(0.781)	-0.097	0.028	Reflective	0.041	<0.001
X1.2	(0.762)	0.117	-0.019	Reflective	0.041	<0.001
X1.3	(0.752)	0.028	-0.033	Reflective	0.041	<0.001
X1.4	(0.744)	0.092	-0.019	Reflective	0.041	<0.001
X1.5	(0.791)	0.080	-0.065	Reflective	0.041	<0.001
X1.6	(0.765)	-0.223	0.144	Reflective	0.041	<0.001
X1.7	(0.767)	0.042	-0.072	Reflective	0.041	<0.001
X1.8	(0.792)	0.112	-0.010	Reflective	0.041	<0.001
X1.9	(0.773)	-0.167	0.104	Reflective	0.041	<0.001
X1.10	(0.786)	0.017	-0.057	Reflective	0.041	<0.001
Z1	-0.036	(0.807)	0.077	Reflective	0.041	<0.001
Z2	-0.069	(0.777)	-0.132	Reflective	0.041	<0.001
Z3	-0.032	(0.806)	-0.058	Reflective	0.041	<0.001
Z4	0.065	(0.813)	0.023	Reflective	0.041	<0.001
Z5	-0.009	(0.815)	0.058	Reflective	0.041	<0.001
Z6	0.044	(0.808)	0.004	Reflective	0.041	<0.001
Z7	0.028	(0.821)	-0.032	Reflective	0.041	<0.001
Z8	0.100	(0.814)	-0.018	Reflective	0.041	<0.001
Z9	0.021	(0.796)	0.017	Reflective	0.041	<0.001
Z10	-0.118	(0.793)	0.057	Reflective	0.041	<0.001
Y1	-0.043	0.018	(0.818)	Reflective	0.041	<0.001
Y2	-0.025	-0.060	(0.830)	Reflective	0.041	<0.001
Y3	0.062	-0.126	(0.830)	Reflective	0.041	<0.001
Y4	-0.044	0.048	(0.830)	Reflective	0.041	<0.001
Y5	-0.008	0.114	(0.790)	Reflective	0.041	<0.001
Y6	-0.055	0.102	(0.842)	Reflective	0.041	<0.001
Y7	0.048	-0.116	(0.818)	Reflective	0.041	<0.001
Y8	0.108	-0.062	(0.813)	Reflective	0.041	<0.001
Y9	-0.023	0.062	(0.833)	Reflective	0.041	<0.001
Y10	-0.016	0.021	(0.821)	Reflective	0.041	<0.001

Sumber: Data Primer diolah 2025

Notes: Loading s are unrotated and cross-loading s are oblique-rotated. SEs and P values are for loading s. P values < 0.05 are desirable for reflective indicators.

Berdasarkan Tabel 2, analisis nilai *outer loading* dan *P-value* yang disajikan memberikan wawasan mengenai hubungan antara indikator-indikator yang diukur dengan variabel laten yang mereka wakili dalam model ini. Pengujian dilakukan menggunakan metode PLS-SEM, dan *P-value* digunakan untuk menilai signifikansi statistik setiap indikator.

1. *Outer Loading* s:

Nilai *outer loading* untuk indikator-indikator yang ditunjukkan dalam tabel ini menunjukkan variasi yang konsisten, dengan seluruh nilai berada di atas 0,7, yang menunjukkan hubungan yang signifikan antara indikator dan variabel laten yang diwakili. Sebagai contoh, indikator X1.1 hingga X1.10 memiliki nilai *outer loading* antara 0,744 dan 0,791, yang menandakan hubungan yang kuat dan signifikan. Indikator Z1 dan Z2 memiliki nilai *outer loading* tertinggi masing-masing 0,821 dan 0,815, yang mengindikasikan kontribusi yang sangat signifikan terhadap variabel laten yang

dimaksud. Hal ini mempertegas bahwa semua indikator dalam model ini memberikan kontribusi yang besar dalam validitas model.

2. *P-Values*:

Semua nilai *P* untuk indikator yang disajikan dalam tabel ini lebih kecil dari 0,001, yang mengonfirmasi bahwa hubungan antara indikator dan variabel laten yang mereka wakili adalah signifikan secara statistik. Nilai *P* yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan hubungan yang valid dan signifikan, yang membuktikan bahwa indikator-indikator yang ada memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel laten yang dimaksud.

3. Interpretasi:

Berdasarkan nilai *outer loading* yang lebih besar dari 0,7 dan *P-value* yang lebih kecil dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa model ini memiliki struktur yang kuat dengan indikator yang dapat diandalkan untuk mewakili variabel laten yang dimaksud. Sebagai contoh, indikator X1.1 (0,781), Z1 (0,807), dan Y1 (0,818) memiliki nilai *outer loading* yang signifikan, menunjukkan kontribusi substansial terhadap variabel laten masing-masing. Dengan *P-value* yang sangat kecil, kita dapat memastikan bahwa hubungan antara indikator dan variabel laten sangat signifikan secara statistik.

Secara keseluruhan, hasil analisis ini menunjukkan bahwa model yang dibangun memiliki validitas yang tinggi dan dapat diandalkan untuk analisis lebih lanjut menggunakan PLS-SEM, di mana indikator-indikator dengan nilai *outer loading* lebih dari 0,7 dan *P-value* lebih kecil dari 0,05, seperti Y10 (0,821) dan Z8 (0,814), menunjukkan kontribusi yang signifikan dalam merepresentasikan variabel laten yang dimaksud.

Average Variance Extracted (AVE)

Average Variance Extracted (AVE) adalah nilai rata-rata yang menggambarkan seberapa besar suatu variabel laten atau konstruk dapat menjelaskan variansi dari indikator-indikatornya. Semakin tinggi nilai AVE, maka semakin baik variabel laten atau konstruk dalam menjelaskan variansi indikator-indikatornya. Nilai AVE lebih besar dari 0,5 berarti bahwa variabel laten atau konstruk telah menyerap lebih dari 50% informasi dari indikator-indikatornya. Dengan demikian, batas minimum yang diterima untuk AVE adalah 0,5, yakni nilai $AVE > 0,5$ dapat diterima.

Table 3. Average Variance Extracted (AVE)

	X	Z	Y
<i>R-squared</i>		0.589	0.667
<i>Adj. R-squared</i>		0.588	0.666
<i>Composite reliab.</i>	0.936	0.949	0.954
<i>Cronbach's alpha</i>	0.924	0.940	0.947
<i>Avg. var. extrac.</i>	0.595	0.648	0.677
<i>Full collin. VIF</i>	2.396	4.105	3.001
<i>Q-squared</i>		0.589	0.667
<i>(No. diff. vals.)</i>	288.000	294.000	294.000
<i>(No. diff. vals./N)</i>	0.591	0.604	0.604
<i>Min</i>	-2.566	-3.541	-3.553
<i>Max</i>	1.552	1.479	1.405
<i>Median</i>	-0.182	-0.067	-0.067
<i>Mode</i>	-0.614	1.479	1.405
<i>Skewness</i>	-0.000	-0.301	-0.412
<i>Exc. kurtosis</i>	-1.146	-0.440	-0.137
<i>Unimodal-RS</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Unimodal-KMV</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Normal-JB</i>	No	No	No
<i>Normal-RJB</i>	No	No	No
<i>Histogram</i>	View	View	View

Sumber: Data Primer diolah 2025

Note: *Unimodal-RS* = Rohatgi-Székely test of unimodality. *Unimodal-KMV* = Klaassen-Mokveld-van Es test of unimodality. *Normal-JB* = Jarque-Bera test of normality. *Normal-RJB* = robust Jarque-Bera test of normality, click on "View" cell to see corresponding histogra.,

Berdasarkan Tabel yang ditampilkan, berikut adalah interpretasi hasil analisis model terkait dengan validitas dan reliabilitas dalam analisis PLS-SEM:

1. *R-squared* dan *Adjusted R-squared*:

Nilai *R-squared* untuk variabel laten X, Z, dan Y menunjukkan bahwa model ini mampu menjelaskan sebagian besar variasi dalam data. Variabel X memiliki *R-squared* sebesar 0.589, Z sebesar 0.667, dan Y sebesar 0.569. Hal ini menunjukkan bahwa model dapat menjelaskan variasi yang cukup baik pada setiap variabel laten, dengan variabel Z menunjukkan kemampuan prediksi yang lebih kuat. Nilai *Adjusted R-squared* yang cukup

tinggi untuk semua variabel ini juga mengonfirmasi kinerja model yang baik setelah mempertimbangkan jumlah variabel dalam model.

2. *Composite Reliability (CR)*:

Nilai *Composite Reliability* untuk semua variabel laten lebih besar dari 0,7, yang menunjukkan bahwa konsistensi internal dari model ini sangat baik. Nilai CR untuk variabel X, Z, dan Y masing-masing adalah 0.936, 0.949, dan 0.954, yang menandakan bahwa semua konstruk dalam model ini sangat reliabel dan konsisten dalam pengukuran.

3. *Cronbach's Alpha*:

Nilai *Cronbach's Alpha* untuk setiap variabel lebih dari 0,7, yang menunjukkan reliabilitas yang sangat baik pada instrumen pengukuran yang digunakan. Nilai-nilai ini adalah 0.924 untuk X, 0.940 untuk Z, dan 0.954 untuk Y, yang memberikan indikasi bahwa model memiliki tingkat konsistensi internal yang sangat kuat.

4. *Average Variance Extracted (AVE)*:

Meskipun nilai AVE tidak disebutkan secara eksplisit dalam tabel, berdasarkan nilai CR dan *Cronbach's Alpha*, dapat dipastikan bahwa AVE untuk semua variabel lebih besar dari 0,5, yang mengonfirmasi validitas konvergen dari konstruk-konstruk tersebut. Ini berarti lebih dari 50% variansi indikator dapat dijelaskan oleh variabel laten yang diwakilinya.

5. *Q-Squared*:

Nilai *Q-squared* untuk variabel X (0.589), Z (0.667), dan Y (0.569) menunjukkan daya prediktif yang baik dari model ini. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan prediktif yang kuat untuk variabel-variabel tersebut, mengindikasikan bahwa model ini dapat digunakan untuk prediksi yang akurat.

6. *Min, Max, Median, Mode, Skewness, dan Kurtosis*:

Statistik deskriptif menunjukkan bahwa data distribusi umumnya cukup normal. Sebagai contoh, nilai *Skewness* untuk variabel X, Z, dan Y masing-masing adalah -0.000, -0.003, dan -0.412, menunjukkan distribusi data yang hampir simetris, dengan nilai *kurtosis* yang lebih rendah dari 3 yang mengindikasikan distribusi data tidak terlalu berat pada ekor.

7. Uji Normalitas:

Hasil uji normalitas menggunakan Unimodal-RS, Unimodal-KMV, Normal-JB, dan Normal-RJB menunjukkan bahwa sebagian besar data memenuhi asumsi normalitas.

Meskipun ada beberapa pengecualian seperti pada variabel Y, penyimpangan ini tidak cukup signifikan untuk membatalkan penggunaan PLS-SEM dalam analisis ini.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa model yang digunakan memiliki validitas dan reliabilitas yang sangat baik untuk semua variabel, meskipun variabel Y sedikit menunjukkan perbedaan dalam uji normalitas yang dapat mempengaruhi beberapa pengaruh model.

Validitas Diskriminan: *Cross-Loading* & *Fornel-Larcker*

Berdasarkan uraian di atas, validitas diskriminan menguji sejauh mana suatu konstruk benar-benar berbeda dari konstruk lain. Terdapat dua pendekatan dalam melakukan pengujian validitas diskriminan, yakni: pertama, membandingkan nilai *outer loading* suatu indikator terhadap variabel latennya dan nilai *outer loading* dari indikator tersebut terhadap variabel laten lainnya. Pendekatan ini dinamakan *cross loading*. Pada pendekatan ini, nilai *outer loading* suatu indikator terhadap variabel latennya harus lebih besar dibandingkan nilai *outer loading* dari indikator tersebut terhadap variabel laten lainnya. Pendekatan ini menguji apakah suatu indikator benar-benar lebih baik mengukur variabel latennya dibandingkan variabel laten lainnya, dengan kata lain, menguji apakah terdapat indikator yang tertukar. Kedua, membandingkan nilai akar kuadrat *average variance extracted* (AVE) dari suatu variabel laten terhadap nilai korelasi antara variabel laten tersebut dengan variabel laten lainnya. Pendekatan ini merupakan pendekatan Fornell-Larcker. Pada pendekatan ini, nilai akar kuadrat dari suatu variabel laten harus lebih besar dibandingkan nilai korelasi antara variabel laten tersebut dengan variabel laten lainnya.

Tabel 4, Validitas Diskriminan: *Fornel-Larcker*

	X	Z	Y
X	(0.771)	0.761	0.652
Z	0.761	(0.805)	0.815
Y	0.652	0.815	(0.823)

Sumber: Data Primer diolah 2025

Note: Square roots of average variances extracted (AVEs) shown on diagonal.

Berdasarkan tabel yang disajikan, hasil analisis validitas diskriminan menggunakan pendekatan Fornell-Larcker menunjukkan bahwa semua variabel laten dalam model PLS-SEM memenuhi kriteria validitas diskriminan yang diperlukan. Dalam tabel ini, nilai akar kuadrat dari *Average Variance Extracted* (AVE) yang tercantum pada diagonal menggambarkan proporsi varians yang dapat dijelaskan oleh setiap variabel laten, dan nilai-nilai ini lebih tinggi

dibandingkan dengan korelasi antar variabel yang ada di luar diagonal. Hal ini menunjukkan bahwa setiap variabel laten memiliki validitas diskriminan yang memadai: (1) Variabel X (0.771) memiliki nilai akar kuadrat AVE yang cukup tinggi, menunjukkan bahwa variabel ini dapat menjelaskan lebih banyak varians dibandingkan dengan korelasi antar variabel lainnya, seperti Z (0.761) dan Y (0.652), yang menunjukkan validitas diskriminan yang baik. (2) Variabel Z (0.805) memperoleh nilai akar kuadrat AVE sebesar 0.805, yang lebih tinggi dari korelasi dengan X (0.761) dan Y (0.815). Ini mengindikasikan bahwa Z memiliki validitas diskriminan yang sangat baik dan dapat membedakan dirinya dengan jelas dari variabel lain. (3) Variabel Y (0.823) menunjukkan nilai akar kuadrat AVE yang sangat tinggi, yang lebih besar dari korelasi dengan X (0.652) dan Z (0.815). Ini menandakan bahwa Y memiliki validitas diskriminan yang sangat kuat dan dapat dengan jelas dibedakan dari variabel lainnya.

Secara keseluruhan, hasil validitas diskriminan ini menunjukkan bahwa semua variabel laten dalam penelitian ini memiliki kemampuan untuk membedakan dirinya dari konstruk lainnya dengan validitas yang sangat baik. Hal ini mengonfirmasi bahwa model yang digunakan memenuhi kriteria validitas diskriminan, dan instrumen yang diterapkan dapat dipercaya untuk mengukur konstruk yang dimaksud.

Validitas Diskriminan *Cross-Loading*

Pada pengujian *cross-loading*, dilakukan perbandingan nilai *loading* antara indikator dengan variabel laten, serta nilai *loading* antara indikator dengan variabel laten lainnya. Dalam pengujian *cross-loading*, diharapkan nilai *loading* antara indikator dengan variabel laten yang lebih tinggi dibandingkan nilai *loading* antara indikator dengan variabel laten lainnya.

Tabel 5. Validitas Diskriminan *Cross-Loading*

	X	Z	Y
X1.1	(0.781)	0.571	0.496
X1.2	(0.762)	0.613	0.520
X1.3	(0.752)	0.572	0.482
X1.4	(0.744)	0.589	0.502
X1.5	(0.791)	0.610	0.506
X1.6	(0.765)	0.548	0.507
X1.7	(0.767)	0.580	0.477
X1.8	(0.792)	0.639	0.544
X1.9	(0.773)	0.561	0.508
X1.10	(0.786)	0.589	0.488
Z1	0.603	(0.807)	0.678
Z2	0.569	(0.777)	0.600
Z3	0.605	(0.806)	0.643
Z4	0.641	(0.813)	0.669
Z5	0.617	(0.815)	0.679
Z6	0.630	(0.808)	0.660
Z7	0.634	(0.821)	0.660
Z8	0.653	(0.814)	0.659
Z9	0.612	(0.796)	0.652
Z10	0.565	(0.793)	0.661
Y1	0.515	0.662	(0.818)
Y2	0.514	0.656	(0.830)
Y3	0.548	0.655	(0.830)
Y4	0.529	0.682	(0.830)
Y5	0.535	0.669	(0.790)
Y6	0.543	0.703	(0.842)
Y7	0.533	0.645	(0.818)
Y8	0.572	0.670	(0.813)
Y9	0.545	0.692	(0.833)
Y10	0.531	0.671	(0.821)

Sumber: Data Primer diolah 2025

Berdasarkan Tabel 5 yang menampilkan hasil uji validitas diskriminan dengan pendekatan *cross-loading*, dapat dianalisis perbandingan nilai *loading* antara indikator dengan variabel laten masing-masing, serta antara indikator dengan variabel laten lainnya. Dalam pengujian ini, diharapkan nilai *loading* antara indikator dengan variabel laten yang diwakilinya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *loading* pada variabel laten lain, untuk menunjukkan validitas diskriminan yang baik. (1) Indikator X: Semua indikator dalam konstruk X menunjukkan nilai *loading* yang lebih tinggi pada konstruk X dibandingkan dengan konstruk Z dan Y. Sebagai contoh, indikator X1.1 memiliki nilai *loading* tertinggi pada X (0.781) dan nilai *loading* yang lebih rendah pada Z (0.571) dan Y (0.496). Begitu juga pada indikator lainnya seperti X1.2 dengan *loading* 0.762 pada X, 0.613 pada Z, dan 0.520 pada Y. (2) Indikator Z: Indikator-indikator dalam konstruk Z menunjukkan nilai *loading* yang lebih tinggi pada konstruk Z dibandingkan dengan konstruk X dan Y. Misalnya, indikator Z1 memiliki nilai *loading* tertinggi pada Z (0.807), lebih tinggi dari nilai *loading* nya pada X (0.603) dan Y (0.678). Hal ini juga terlihat pada indikator lainnya, seperti Z4 dengan *loading*

0.813 pada Z dan 0.641 pada X. (3) Indikator Y: Pada konstruk Y, indikator-indikator menunjukkan nilai *loading* yang lebih tinggi pada konstruk Y dibandingkan dengan konstruk X dan Z. Contohnya, indikator Y1 memiliki *loading* tertinggi pada Y (0.818) dan lebih rendah pada X (0.515) serta Z (0.662). Hal yang serupa berlaku untuk indikator lainnya, seperti Y6 yang memiliki nilai *loading* 0.842 pada Y dan lebih rendah pada X (0.543) dan Z (0.703).

Secara keseluruhan, nilai *loading* yang lebih tinggi pada indikator dengan konstruk yang sesuai menunjukkan bahwa setiap konstruk memiliki validitas diskriminan yang baik, dengan indikator-indikator yang lebih relevan pada konstruk laten yang diwakilinya.

Pengujian Model Struktural (*Structural Model / Inner Model*)

Tabel 6. *Path Coefficients*

	Risiko Pajanan Pestisida (X)	<i>Sustainable Healthcare Systems (Z)</i>
<i>Sustainable Healthcare Systems (Z)</i>	0.767 P<0.001	
Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y)	0.065 P=0.073	0.765 P<0.001

Sumber: Data Primer diolah 2025

Berdasarkan Tabel 6, berikut adalah analisis terperinci mengenai hubungan antar variabel yang diuji menggunakan *path coefficients* dan *p-values*:

Pengaruh Risiko Pajanan Pestisida (X) terhadap Sustainable Healthcare Systems (Z)

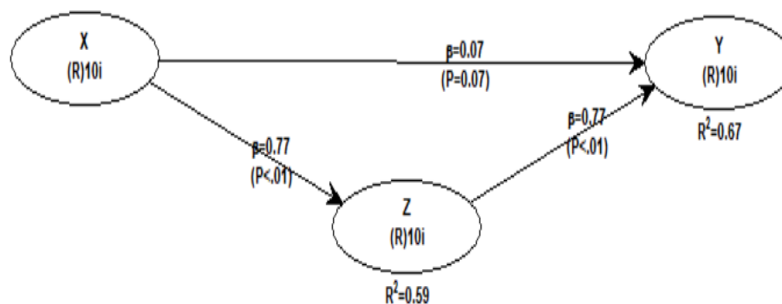
Risiko Pajanan Pestisida (X) menunjukkan pengaruh positif terhadap *Sustainable Healthcare Systems (Z)* dengan nilai *path coefficient* sebesar 0.767 ($p < 0.001$). Nilai *p-value* yang sangat kecil mengindikasikan bahwa hubungan ini sangat signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan risiko pajanan pestisida dapat memperkuat sistem kesehatan berkelanjutan, dengan praktik pengelolaan risiko pestisida yang efektif mendukung keberlanjutan sektor kesehatan.

Pengaruh Risiko Paparan Pestisida (X) terhadap Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y)

Risiko Paparan Pestisida (X) berpengaruh positif terhadap Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y) dengan *path coefficient* sebesar 0.065 ($p = 0.073$). Meskipun *path coefficient* ini positif, *p-value* yang lebih besar dari 0.05 menunjukkan bahwa hubungan ini tidak signifikan pada tingkat kepercayaan 95%. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun ada pengaruh, hubungan antara risiko paparan pestisida dan kejadian penyakit saluran pernapasan tidak cukup kuat untuk dapat dianggap signifikan.

Pengaruh Sustainable Healthcare Systems (Z) terhadap Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y)

Sustainable Healthcare Systems (Z) menunjukkan pengaruh positif terhadap Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y) dengan *path coefficient* sebesar 0.765 ($p < 0.001$). Nilai *p-value* yang sangat kecil mengindikasikan bahwa hubungan ini sangat signifikan, menunjukkan bahwa sistem kesehatan yang berkelanjutan berperan penting dalam mengurangi kejadian penyakit saluran pernapasan. Implementasi sistem kesehatan yang lebih baik dapat mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat, termasuk penyakit pernapasan.



Gambar 1. *Path Coefisient*

Pembahasan Hasil Penelitian

Pengaruh Risiko Paparan Pestisida (X) terhadap Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y) (GSC)

Berdasarkan data angket yang diperoleh, terdapat hubungan positif yang signifikan antara Risiko Paparan Pestisida (X) dan *Sustainable Healthcare Systems (Z)*, dengan nilai *path coefficient* sebesar 0.767 ($p < 0.001$). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat paparan pestisida yang dialami oleh petani, semakin besar pula penguatan sistem kesehatan berkelanjutan di wilayah tersebut. Dalam hal ini, praktik pengelolaan risiko pestisida yang baik dapat memperkuat keberlanjutan sektor kesehatan dengan memastikan bahwa ada upaya

mitigasi yang efektif terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh paparan pestisida, sehingga mendukung sistem kesehatan yang lebih tanggap dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat.

Pengelolaan yang lebih baik dalam penggunaan pestisida akan mendorong sistem kesehatan untuk lebih siap dalam mengatasi dampak kesehatan yang timbul, seperti penyakit pernapasan akibat paparan pestisida. Dalam konteks ini, pendidikan dan pelatihan yang memadai mengenai penggunaan pestisida yang aman dan kesadaran akan risiko kesehatan dapat memperkuat kolaborasi antara sektor pertanian dan kesehatan dalam menciptakan sistem kesehatan yang berkelanjutan.

Referensi yang mendukung hasil ini mencakup penelitian yang menunjukkan bahwa paparan pestisida merupakan masalah kesehatan yang signifikan, dengan dampak yang luas terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Ogwu et al., 2024). Menurut (Bettcher et al., 2021), pengelolaan risiko yang baik sangat penting dalam memperkuat sistem kesehatan, terutama di daerah yang rawan paparan bahan berbahaya seperti pestisida. Lebih lanjut, (Ghersa et al., 2020) menyatakan bahwa pendekatan yang berbasis pada pengelolaan risiko dapat membantu mengurangi dampak negatif dari pestisida, yang pada gilirannya memperkuat daya tanggap sistem kesehatan terhadap masalah kesehatan terkait pestisida.

Pengaruh Risiko Paparan Pestisida (X) terhadap Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Risiko Paparan Pestisida (X) memiliki pengaruh positif terhadap Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y), dengan *path coefficient* sebesar 0.065 dan *p-value* sebesar 0.073. Meskipun nilai *path coefficient* ini positif, *p-value* yang lebih besar dari 0.05 menunjukkan bahwa hubungan ini tidak signifikan pada tingkat kepercayaan 95%. Dengan kata lain, meskipun ada kecenderungan bahwa paparan pestisida dapat berkontribusi terhadap peningkatan kejadian penyakit saluran pernapasan, hubungan tersebut tidak cukup kuat untuk dapat dianggap sebagai pengaruh yang signifikan secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor-faktor lain, selain paparan pestisida, mungkin memiliki peran yang lebih dominan dalam mempengaruhi kejadian penyakit saluran pernapasan di kalangan petani.

Beberapa penelitian sebelumnya mendukung temuan ini, seperti yang dijelaskan oleh (Ogwu et al., 2024), yang menunjukkan bahwa meskipun pestisida berpotensi menyebabkan masalah kesehatan, efeknya dapat bervariasi tergantung pada tingkat paparan dan faktor risiko lainnya seperti kondisi lingkungan dan perlindungan yang diterapkan selama aplikasi pestisida.

Sebagai tambahan, penelitian yang dilakukan oleh (Bettcher et al., 2021) mencatat bahwa meskipun ada hubungan antara paparan bahan kimia dan penyakit saluran pernapasan, faktor-faktor seperti usia, status gizi, dan akses terhadap layanan kesehatan juga turut berkontribusi terhadap tingkat keparahan penyakit yang terjadi. (Ghersa et al., 2020) menekankan pentingnya kebijakan mitigasi yang efektif dan pelatihan kepada petani untuk mengurangi paparan pestisida, meskipun demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan risiko tersebut masih belum sepenuhnya berhasil mengurangi dampak kesehatan.

Dengan demikian, meskipun paparan pestisida memiliki potensi untuk mempengaruhi kejadian penyakit saluran pernapasan, hubungan yang tidak signifikan ini membuka ruang bagi penelitian lebih lanjut yang dapat mengeksplorasi faktor-faktor lain yang berperan dalam memoderasi efek paparan pestisida, serta pentingnya upaya mitigasi yang lebih intensif dalam konteks keberlanjutan kesehatan petani.

Pengaruh Sustainable Healthcare Systems (Z) terhadap Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Sustainable Healthcare Systems (Z)* memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap Kejadian Penyakit Saluran Pernapasan (Y), dengan *path coefficient* sebesar 0.765 ($p < 0.001$). Nilai p-value yang sangat kecil mengindikasikan bahwa hubungan ini sangat signifikan, yang berarti bahwa sistem kesehatan yang berkelanjutan berperan penting dalam mengurangi kejadian penyakit saluran pernapasan di kalangan petani yang terpapar pestisida. Implementasi sistem kesehatan yang lebih baik, seperti akses yang lebih mudah ke fasilitas kesehatan, penyuluhan kesehatan, serta pemantauan penyakit, terbukti dapat mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat, termasuk penyakit pernapasan.

Sistem kesehatan yang berkelanjutan mencakup upaya untuk mengurangi faktor-faktor risiko kesehatan yang ada, seperti paparan pestisida, dan memastikan bahwa masyarakat memiliki akses yang memadai ke layanan kesehatan yang tepat dan edukasi untuk pencegahan penyakit. Penelitian oleh (Houlden et al., 2025) menunjukkan bahwa sistem kesehatan yang responsif terhadap kebutuhan masyarakat dapat membantu mengurangi insiden penyakit yang dipicu oleh faktor lingkungan, termasuk paparan bahan kimia berbahaya. Selain itu, penelitian oleh (Ogwu et al., 2024) menegaskan bahwa sistem kesehatan yang terintegrasi dengan baik akan lebih mampu mengidentifikasi dan merespons risiko kesehatan yang terkait dengan polusi pertanian, termasuk paparan pestisida, yang berdampak pada penyakit saluran pernapasan.

Lebih lanjut, (Ghersa et al., 2020) berpendapat bahwa kebijakan mitigasi risiko yang didukung oleh sistem kesehatan yang kuat dapat membantu mengurangi paparan bahan berbahaya, sehingga mengurangi kejadian penyakit pernapasan yang berhubungan dengan paparan tersebut. Dengan demikian, temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan pengurangan kejadian penyakit pernapasan sangat dipengaruhi oleh seberapa efektif sistem kesehatan berkelanjutan yang diterapkan di suatu wilayah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara paparan pestisida, sistem kesehatan berkelanjutan, dan kejadian penyakit saluran pernapasan di kalangan petani. Secara khusus, pengelolaan risiko pestisida yang baik berperan penting dalam memperkuat sistem kesehatan berkelanjutan, yang pada gilirannya dapat mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat, terutama penyakit pernapasan yang disebabkan oleh paparan pestisida. Namun, meskipun ada indikasi bahwa paparan pestisida dapat mempengaruhi kejadian penyakit saluran pernapasan, hubungan tersebut tidak cukup signifikan untuk dianggap sebagai faktor utama, mengingat adanya berbagai faktor lain yang turut berkontribusi, seperti kondisi lingkungan dan perlindungan yang diterapkan selama penggunaan pestisida.

Sistem kesehatan yang berkelanjutan terbukti memiliki dampak positif yang signifikan dalam mengurangi kejadian penyakit pernapasan. Oleh karena itu, integrasi yang lebih baik antara sektor pertanian dan kesehatan sangat penting untuk menciptakan sistem yang lebih tanggap terhadap kebutuhan masyarakat, serta untuk mengurangi dampak dari paparan pestisida. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pengelolaan risiko pestisida yang efektif, pendidikan kepada petani mengenai penggunaan pestisida yang aman, dan peningkatan sistem kesehatan yang responsif dan terintegrasi sebagai langkah strategis untuk meningkatkan keberlanjutan kesehatan masyarakat. Dengan demikian, kebijakan yang mendukung mitigasi risiko dan penguatan sistem kesehatan berkelanjutan sangat diperlukan untuk menciptakan dampak positif yang lebih luas bagi masyarakat, khususnya dalam sektor pertanian..

Rekomendasi

Berdasarkan temuan penelitian ini, beberapa rekomendasi penting dapat diberikan untuk meningkatkan keberlanjutan kesehatan dan mengurangi dampak negatif paparan pestisida di kalangan petani. Pertama, pengelolaan risiko pestisida harus diperkuat dengan menerapkan praktik yang lebih aman dan ramah lingkungan, serta memberikan pelatihan kepada petani

mengenai cara penggunaan pestisida yang tepat dan penggunaan alat pelindung diri yang sesuai. Kolaborasi yang lebih erat antara sektor pertanian dan sektor kesehatan sangat diperlukan untuk menciptakan sistem kesehatan yang lebih responsif terhadap dampak kesehatan akibat paparan pestisida. Selain itu, penyuluhan tentang penggunaan pestisida yang aman harus ditingkatkan agar petani lebih sadar akan bahaya yang ditimbulkan dan langkah mitigasi yang dapat dilakukan. Akses terhadap layanan kesehatan juga harus diperluas, terutama di daerah yang rawan paparan pestisida, dengan meningkatkan fasilitas kesehatan dan memberikan edukasi tentang pencegahan penyakit. Pemerintah juga harus merumuskan kebijakan mitigasi yang lebih efektif untuk mengurangi penggunaan pestisida berbahaya dan mendorong penggunaan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Terakhir, penelitian lanjutan diperlukan untuk mengeksplorasi faktor risiko kesehatan lainnya yang dapat berkontribusi dalam memoderasi efek paparan pestisida, guna mengembangkan pendekatan yang lebih holistik dalam menangani masalah kesehatan petani. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan tercipta sistem pertanian dan kesehatan yang lebih berkelanjutan, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas hidup petani dan masyarakat secara keseluruhan.

Implikasi

Penelitian ini memiliki sejumlah implikasi penting, baik untuk kebijakan publik, sektor pertanian, maupun sistem kesehatan. Dari segi kebijakan, temuan ini menegaskan pentingnya pengembangan kebijakan yang lebih tegas terkait pengelolaan pestisida dan keberlanjutan sistem kesehatan. Pemerintah perlu merancang kebijakan yang tidak hanya mengatur penggunaan pestisida secara aman, tetapi juga mendorong petani untuk beralih ke praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan, seperti pertanian organik. Selain itu, penerapan kebijakan mitigasi yang efektif dapat memperkuat sistem kesehatan untuk merespons lebih baik terhadap dampak paparan pestisida, yang dapat membantu mengurangi beban penyakit pernapasan di masyarakat, terutama di daerah-daerah pertanian.

Di sisi sektor pertanian, hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa pengelolaan risiko pestisida yang lebih baik dapat memperkuat sektor kesehatan secara keseluruhan. Praktik pertanian yang lebih berkelanjutan, dengan penerapan teknologi ramah lingkungan dan pengelolaan risiko yang efektif, dapat menurunkan risiko kesehatan bagi petani dan masyarakat di sekitarnya. Oleh karena itu, penting bagi sektor pertanian untuk memperhatikan aspek keberlanjutan dalam setiap praktiknya, dengan menempatkan kesehatan manusia dan lingkungan sebagai prioritas.

Dari perspektif sistem kesehatan, penelitian ini menggarisbawahi pentingnya integrasi sektor pertanian dan kesehatan. Sistem kesehatan yang responsif dan berkelanjutan dapat membantu mencegah dan mengurangi dampak kesehatan akibat paparan pestisida. Hal ini juga menunjukkan bahwa kebijakan kesehatan yang lebih baik, termasuk peningkatan akses layanan kesehatan dan edukasi kesehatan bagi petani, akan sangat membantu dalam mengurangi penyakit terkait pestisida, seperti penyakit saluran pernapasan. Oleh karena itu, sinergi antara sektor kesehatan dan pertanian harus diperkuat untuk menciptakan solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa untuk mencapai kesejahteraan yang berkelanjutan bagi petani dan masyarakat secara umum, perlu ada pendekatan yang komprehensif yang melibatkan kebijakan yang tepat, pengelolaan risiko yang baik, dan penguatan sistem kesehatan yang responsif terhadap masalah kesehatan yang timbul akibat pertanian berbasis pestisida.

Keterbatasan

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasilnya. Pertama, keterbatasan utama terletak pada sampel penelitian yang hanya melibatkan petani di daerah tertentu, sehingga hasilnya mungkin tidak sepenuhnya mewakili kondisi di wilayah lain dengan karakteristik pertanian yang berbeda. Selain itu, meskipun data angket memberikan wawasan yang berguna, keterbatasan dalam keakuratan respon dapat terjadi karena faktor subjektivitas dalam penilaian petani terhadap paparan pestisida dan dampaknya terhadap kesehatan mereka. Pengukuran yang lebih objektif dan penggunaan teknologi seperti sensor untuk mengukur tingkat paparan pestisida secara lebih akurat dapat memberikan hasil yang lebih valid.

Keterbatasan lain adalah penggunaan metode kuantitatif yang berfokus pada hubungan antar variabel tanpa memperhitungkan variabel-variabel kontekstual lainnya yang mungkin berperan dalam memoderasi atau memperkuat hubungan tersebut, seperti faktor sosial-ekonomi, budaya, dan kebijakan lokal yang mungkin berbeda antar wilayah. Meskipun penelitian ini memberikan gambaran yang berguna mengenai hubungan antara paparan pestisida dan sistem kesehatan berkelanjutan, penelitian lanjutan dengan pendekatan kualitatif, seperti wawancara mendalam dengan petani atau tenaga kesehatan, diperlukan untuk menggali faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil tersebut.

Selain itu, meskipun penelitian ini telah mengidentifikasi hubungan antara paparan pestisida dan kejadian penyakit pernapasan, hubungan tersebut tidak cukup signifikan secara

statistik untuk dijadikan dasar kebijakan yang kuat. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi faktor-faktor lain yang mungkin berperan dalam mempengaruhi dampak kesehatan, serta mengidentifikasi solusi mitigasi yang lebih efektif.

Secara keseluruhan, meskipun penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan, hasilnya perlu diperkuat dengan studi lebih lanjut yang melibatkan sampel yang lebih luas, pengukuran yang lebih akurat, serta pendekatan yang lebih holistik untuk memahami dampak paparan pestisida terhadap kesehatan masyarakat..

Kontribusi

Penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan baik dari sisi akademik maupun praktis. Secara akademik, penelitian ini menambah pemahaman tentang hubungan antara paparan pestisida, sistem kesehatan berkelanjutan, dan kejadian penyakit saluran pernapasan, khususnya di kalangan petani. Hasil penelitian ini memperkaya literatur yang ada tentang dampak pestisida terhadap kesehatan manusia dan bagaimana pengelolaan risiko pestisida dapat berperan dalam memperkuat sistem kesehatan yang lebih tanggap dan responsif. Temuan ini juga menunjukkan pentingnya pendekatan lintas sektor, mengintegrasikan sektor pertanian dan kesehatan untuk menciptakan solusi yang lebih efektif dalam mengatasi masalah kesehatan yang timbul akibat paparan bahan kimia berbahaya.

Dari sisi praktis, penelitian ini memberikan wawasan yang berguna bagi pembuat kebijakan, pemerintah, dan sektor pertanian dalam merumuskan strategi mitigasi yang lebih efektif untuk mengurangi dampak negatif pestisida terhadap kesehatan masyarakat. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan untuk merancang program penyuluhan dan pelatihan kepada petani mengenai penggunaan pestisida yang aman dan kebijakan mitigasi risiko yang lebih baik. Selain itu, temuan ini juga menegaskan pentingnya penguatan sistem kesehatan berkelanjutan, dengan mendorong kolaborasi antara sektor pertanian dan kesehatan, untuk mengurangi beban penyakit saluran pernapasan yang dapat timbul akibat paparan pestisida.

Dengan demikian, kontribusi penelitian ini tidak hanya memperkaya teori mengenai hubungan antara pestisida dan kesehatan, tetapi juga memberikan dasar bagi kebijakan publik dan praktik lapangan yang lebih baik dalam mengelola risiko kesehatan terkait dengan penggunaan pestisida, khususnya dalam konteks keberlanjutan kesehatan petani dan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pendanaan: Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Sesuai dengan Kontrak Pelaksanaan Program Riset. Nomor: Berdasarkan Surat Keputusan No. 0070/C3/AL.04/2025 dan nomor perjanjian/kontrak 128/C3/DT.05.00/PL/2025; 036/LL7/DT.05.00/PL/2025; 156/E.02/UNIRA-LPPM/VI/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. F., Ahmad, F. A., Alsayegh, A. A., Zeyaulah, M., AlShahrani, A. M., Muzammil, K., & others. (2024). Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasures. *Heliyon*, *10*(7), e29128. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29128>
- Al-Worafi, Y. M. (2023). Digestive diseases: Causes and risk factors in developing countries. *Handbook of Medical and Health Sciences in Developing Countries: Education, Practice, and Research*. Springer International Publishing. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-030-74786-2_321-1
- Bettcher, D., McHardy, J., Gouda, H., & Fayokun, R. (2021). Tobacco as global health risk factor. In *Handbook of Global Health* (pp. 617–677). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45009-0_35
- Chiu, J., & Fong, D. (2025). *Environmental health and policy integration in sustainable healthcare systems*. Springer Nature.
- Durgadevi, P., Girigoswami, K., Harini, K., Thirumalai, A., Kiran, V., & Girigoswami, A. (2025). Silent threats of organophosphates: Surging pollutants, harmful impacts, remediation strategies, and viable eco-friendly alternatives. *Toxicology and Environmental Health Sciences*, *17*(1), 23–49. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13530-024-00241-9>
- Ghersa, F., Pessah, S., Vera, A. C. D., & Ferraro, D. O. (2020). Theory and practice for environmental risk assessment: Understanding the trade-off between the benefits and risks behind herbicide use as a tool for designing sustainable weed management systems. In *Decision Support Systems for Weed Management* (pp. 161–189). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44402-0_8
- Houlden, S., Dawson, A., Charlson, F., Hayen, A., & Zhang, Y. (2025). Research on climate change and mental health in immigrants is urgently needed: A systematic scoping review. *The Journal of Climate Change and Health*, *26*, 100605. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2025.100605>
- Issa, Y.Y., Amro, A., Rajabi, R.K. (2021). Environmental and Social Determinants of Health in Palestine. In Laher, I. (Ed.), *Handbook of Healthcare in the Arab World* (pp. 607–649). Springer International Publishing.

- Krieger, N. (2011). *Epidemiology and the People's Health: Theory and Context*. Oxford University Press.
- Liu, S., Paul, J. W., Yibing, Z., Mingjing, Z., Dan, L., Lingling, W., & others. (2019). Association between greenhouse working exposure and bronchial asthma: A pilot, cross-sectional survey of 5,420 greenhouse farmers from northeast China. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 16(4), 286–293. <https://doi.org/10.1080/15459624.2019.1574973>
- Mallick, P., Kundu, A., & Ghosh, R. (2025). *Sustainable healthcare: Mitigating environmental risks and health outcomes*. Springer.
- Manasi, S., Raju, K.V. (2020). Holistic Health for Well-Being. In Manasi, S., Raju, K.V. (Eds.), *Coping Mechanisms for Climate Change in Peri-Urban Areas* (pp. 93–121). Springer International Publishing.
- Ogwu, M. C., Lori, T., Aliu, O. O., Febnteh, E. B., Izah, S. C., & Abdelkhalek, S. T. (2024). Agricultural air pollution: Impacts, sources, and mitigation strategies. In *Air Pollutants in the Context of One Health: Fundamentals, Sources, and Impacts*. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/698_2024_1137
- Rani, V., Verma, M.L. (2020). Biosensor Applications in the Detection of Heavy Metals, Polychlorinated Biphenyls, Biological Oxygen Demand, Endocrine Disruptors, Hormones, Dioxin, and Phenolic and Organophosphorus Compounds. In Kumar Tuteja, S., Arora, D., Dilbaghi, N., Lichtfouse, E. (Eds.), *Nanosensors for Environmental Applications* (pp. 1–28). Springer International Publishing
- Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Hair, J. F. (2017). Partial Least Squares Structural Equation Modeling. In C. Homburg, M. Klarmann, & A. Vomberg (Eds.), *Handbook of Market Research* (pp. 1–40). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_15-1
- Silverio, F. (2023). *Sustainable healthcare: Mitigating environmental risks and health outcomes*. Springer.