

PERAN MEDIASI KAPASITAS ADAPTIF DALAM DAMPAK RISIKO LINGKUNGAN DAN INSTITUSIONAL TERHADAP KETAHANAN MATA PENCAHARIAN PETANI

The Mediating Role of Adaptive Capacity in The Impact of Environmental and Institutional Risks on Livelihood Resilience of Farmers

Putra Astaman^{1*}, Aulia Nurul Hikmah², Muhammad Dassir³,
Dita Rosyita⁴, Intan Mega Maharani⁵

^{1*, 2, 4, 5}Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian,
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

³Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

*Correspondence Author: Putra Astaman

Email: putra_astaman.agribis@upnjatim.ac.id

ABSTRACT

Farmers face environmental, economic, and institutional risks that threaten their livelihoods and increase vulnerability to poverty and food insecurity. This study examines these risks and evaluates farmers' adaptive capacity in managing them. The study used quantitative methods with surveys and interviews with 372 farmer respondents in Luwu Regency, South Sulawesi, selected through stratified random sampling. Data were analyzed using Structural Equation Model-Partial Least Squares (SEM-PLS). The results show that environmental ($\beta = -0.632$) and institutional ($\beta = -0.366$) risks significantly reduce adaptive capacity, while economic risks have no significant effect. Adaptive capacity significantly increases livelihood resilience ($\beta = 0.921$) and mediates the effects of environmental and institutional risks. The model explains 74.0% of the variance in adaptive capacity and 83.4% of the variance in livelihood resilience. The findings highlight the critical role of adaptive capacity and emphasize the importance of reducing environmental and institutional risks while strengthening adaptive capacity to support sustainable agricultural livelihoods. Recommendations include climate-smart agriculture, sustainable land management, and supportive policies.

Keywords: Environmental risk; Economic risk; Institutional risk; Sustainable agriculture; Climate-smart agriculture.

ABSTRAK

Petani menghadapi risiko lingkungan, ekonomi, dan institusional yang mengancam penghidupan dan meningkatkan kerentanan terhadap kemiskinan serta kerawanan pangan. Penelitian ini mengkaji risiko-risiko tersebut dan mengevaluasi kapasitas adaptif petani dalam mengelolanya. Studi menggunakan metode kuantitatif dengan survei dan wawancara terhadap 372 responden petani di Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan, yang dipilih melalui stratified random sampling. Data dianalisis menggunakan Structural Equation Model-Partial Least Squares (SEM-PLS). Hasil menunjukkan bahwa risiko lingkungan ($\beta = -0.632$) dan institusional ($\beta = -0.366$) secara signifikan mengurangi kapasitas adaptif, sementara risiko ekonomi tidak berpengaruh signifikan. Kapasitas adaptif secara signifikan meningkatkan ketahanan penghidupan ($\beta = 0.921$) dan memediasi pengaruh risiko lingkungan dan institusional. Model ini menjelaskan 74,0% varians kapasitas adaptif dan 83,4% varians ketahanan penghidupan. Temuan menyoroti peran kritis kapasitas adaptif dan menekankan pentingnya mengurangi risiko lingkungan serta institusional sambil memperkuat kapasitas adaptif untuk mendukung penghidupan pertanian berkelanjutan. Rekomendasi mencakup pertanian cerdas iklim, pengelolaan lahan berkelanjutan, dan kebijakan yang mendukung.

Kata kunci: Keberlanjutan Pertanian, Pertanian Cerdas Iklim, Risiko Ekonomi, Risiko Kelembagaan, Risiko Lingkungan.

PENDAHULUAN

Petani menghadapi banyak risiko berbahaya terkait dengan hasil pertanian, mata pencaharian, dan kesejahteraan mereka. Risiko muncul dari peristiwa alam seperti kekeringan, banjir, hama, dan penyakit. Ada juga masalah ekonomi seperti fluktuasi harga, hambatan akses pasar, dan kurangnya dukungan keuangan. Karena risiko ini, petani sering kesulitan mempertahankan produksi dan pendapatan, yang membuat mereka lebih rentan terhadap kemiskinan dan ketidakamanan pangan. Memahami risiko ini membantu menciptakan sistem dukungan dan kebijakan yang lebih baik untuk melindungi petani. Petani menghadapi risiko ekonomi dan alam yang substansial yang mempengaruhi mata pencaharian mereka termasuk petani kecil di lahan kering dan Kemiskinan Pedesaan. Petani juga berisiko terhadap kemiskinan dan ketidakamanan pangan. Ada juga risiko alam seperti kekeringan, banjir, hama, dan penyakit. Misalnya, petani kecil di daerah kering berisiko kehilangan hasil pertanian mereka akibat peristiwa iklim yang merugikan, dan jika ini tidak dikelola, dapat mengarah pada kemiskinan jangka panjang (Aina et al., 2024). Tantangan ekonomi seperti fluktuasi harga pasar dan akses terbatas ke pasar sangat mempengaruhi pendapatan petani, menjadikannya tidak stabil. Di sini, dukungan keuangan sangat signifikan. Studi menunjukkan bahwa menghubungkan petani dengan pasar, mungkin melalui e-commerce, dapat meningkatkan pendapatan dan mengurangi kemiskinan serta mempromosikan pembangunan ekonomi pedesaan (Ma et al., 2024).

Pengembangan kebijakan telah dikeluarkan yang menargetkan mitigasi risiko ini. Asuransi indeks tanaman dapat mengurangi dampak negatif dari stres iklim (Aina et al., 2024). Penggunaan teknik transfer risiko, bersama dengan kebijakan transfer tunai, dapat bermanfaat dalam peningkatan pendapatan rumah tangga, perbaikan adaptasi komunitas, pengurangan ketidaksetaraan pendapatan, dan keberlanjutan mata pencaharian (Choquette-Levy et al., 2021). Pengelolaan lahan yang berkelanjutan adalah prioritas untuk mengatasi dampak ekonomi dari upaya melawan Degradasi lahan, yang merugikan kualitas tanah dan pendapatan petani (Angaman et al., 2024). Selain itu, model ekonomi sirkular serta pertanian berkelanjutan bermanfaat baik secara lingkungan maupun ekonomi (tentunya bagi petani), karena memungkinkan petani untuk menghasilkan lebih banyak sambil beradaptasi dengan perubahan iklim (Hilmi et al., 2024). Di Indonesia, studi terdahulu menunjukkan bahwa kapasitas adaptif petani sangat dipengaruhi oleh faktor kelembagaan dan modal sosial sementara orientasi kewirausahaan juga berperan dalam membangun ketahanan mata pencaharian (Miller-Klugesherz & Sanderson, 2023). Pemahaman tentang berbagai tantangan alam dan ekonomi yang dihadapi petani adalah dasar untuk pengembangan sistem dukungan yang meningkatkan ketahanan sektor pertanian. Ada peran penting dari strategi seperti asuransi tanaman, akses ke pasar, pengelolaan lahan yang berkelanjutan, dan praktik ekonomi sirkular dalam menstabilkan pendapatan petani dan melindungi mata pencaharian mereka.

Adaptif pada sektor pertanian sangat penting untuk mengembangkan ketahanan pangan, karena sektor ini memiliki tantangan dan risiko yang sangat kompleks dan dinamis. Kemampuan adaptif ini memberi ruang pada petani untuk melakukan penyesuaian pada praktik pertanian mereka, baik melalui implementasi teknologi yang baru, maupun melalui pengelolaan tantangan lingkungan yang dihadapi, misalnya: variabilitas iklim, bencana alam, dan wabah hama. Selain itu, tantangan ketidakpastian ekonomi, yang umumnya ditandai dengan fluktuasi pasar dan kebijakan, turut diakomodir dalam penyesuaian ini. Adaptasi dalam praktik pertanian membantu menstabilkan pendapatan pertanian dan produksi pertanian, serta pengurangan kerentanan penduduk pada kemiskinan dan ketidakamanan pangan. Dukungan peningkatan kemampuan adaptasi petani sangat penting dalam sosio ekonomi pertanian berkelanjutan, serta memberi petani kesempatan untuk terus bersekolah dalam berwirausaha pertanian, dengan keberlanjutan tanpa batas produktivitas. Mengembangkan kapasitas adaptasi pada sistem pertanian untuk menstabilkan pendapatan dan produksi, dalam rangka mengurangi kerentanan pada Pangan dan kemiskinan, meningkat pada sektor pertanian, Adaptasi strategis pada sektor pertanian berisiko mengoptimalkan ketahanan pangan dan memperbaiki sektor ekonomi dalam mitigasi resiko perubahan iklim pada sektor pertanian (Eswaran et al., 2024; Ghosh, 2019).

Pertanian cerdas iklim (CSA) adalah cara untuk membuat pertanian lebih berkelanjutan dengan menggabungkan strategi adaptasi dengan upaya pengurangan dampak. Hal ini membantu

pertanian menjadi lebih tangguh dan produktif. Praktik seperti pengelolaan air, diversifikasi tanaman, dan tanaman yang tahan stres dapat meningkatkan hasil panen dan ketahanan terhadap perubahan iklim (Ghosh, 2019; Kabato et al., 2025). Pertanian presisi dan metode konservasi mengurangi emisi sambil meningkatkan hasil panen dan kesehatan tanah (Kabato et al., 2025; Rajesh et al., 2024). Dalam pembentukan kebijakan, membangun kapasitas adaptasi menciptakan kerangka kerja yang mendukung praktik lokal berkelanjutan. Kebijakan yang menggabungkan insentif finansial, pelatihan, dan pertanian terintegrasi membantu menyebarluaskan praktik CSA yang sesuai dengan konteks lokal (Amjath-Babu et al., 2019; Rajesh et al., 2024). Menggabungkan adaptasi dan mitigasi mengembangkan kebijakan untuk ketahanan pertanian, sambil mempertahankan produktivitas dan mengurangi jejak karbon. Agroforestri, manajemen nutrisi, dan manajemen hama menunjukkan baik produktivitas maupun keberlanjutan (Eswaran et al., 2024; Zougmore et al., 2016). Membangun kapasitas adaptasi memerlukan keterlibatan pemangku kepentingan, termasuk pembuat kebijakan, petani, peneliti, dan sektor swasta, untuk menciptakan sistem pertanian berkelanjutan (Pathak, 2023; Sorgho et al., 2020). Literatur mengenai dampak risiko terhadap pertanian telah banyak dilakukan, namun belum banyak penelitian tentang pendekatan komprehensif yang menggabungkan pengetahuan ilmiah, dukungan kebijakan, dan keterlibatan komunitas memastikan bahwa pertanian dapat bertahan menghadapi perubahan iklim. Ketidakmampuan pertanian beradaptasi akan berakibat pada gagal panen, penurunan produksi, lonjakan harga pangan, dan meningkatnya kemiskinan petani. Pendekatan komprehensif dibutuhkan segera untuk memitigasi kerugian jangka panjang ini.

Penelitian ini punya sisi kebaruan karena menggabungkan tiga hal penting yang selama ini cenderung dikaji sendiri-sendiri: ilmu pengetahuan teknis dan iklim, evaluasi kebijakan serta aturan, dan peran langsung petani di lapangan. Menyatukan ketiga aspek ini dalam satu analisis utuh merupakan hal baru yang kami tawarkan. Risiko lingkungan, ekonomi, dan institusi dalam pertanian berimplikasi pada produktivitas dan mata pencaharian petani. Risiko lingkungan meliputi perubahan iklim, bencana alam, hama dan penyakit yang dapat merusak hasil panen. Kekeringan berkepanjangan dapat merusak mupa, serta hama yang dapat mengakibatkan gagal panen. Risiko ekonomi meliputi; fluktuasi pasar, perubahan harga, dan kendala keuangan yang berpengaruh pada sektor pendapatan petani. Fluktuasi harga dapat merugikan petani serta mengakibatkan terjadinya kendala investasi dalam pengadopsian teknologi. Risiko institusi berimplikasi pada perubahan kebijakan dan struktur dukungan pertanian yang berpengaruh pada kapasitas adaptif yang dimiliki petani. Beragam risiko di atas saling berhubungan dan berimplikasi pada penciptaan lingkungan pertanian yang kompleks. Hal ini memerlukan strategi khusus untuk meningkatkan ketahanan sektor pertanian. Adaptasi seperti; perubahan diversifikasi, perbaikan varietas, akses pasar, serta dukungan institusi sangat penting dalam mitigasi risiko serta keberlanjutan sektor pertanian. Dengan menganalisis fenomena yang terjadi, maka penelitian ini bertujuan untuk memberikan masukan dalam pengembangan sistem dukungan dan kebijakan yang efektif untuk memperkuat kemampuan adaptasi petani dan mempromosikan pengembangan pertanian yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan, Indonesia. Pada bulan Juli-Oktober 2024. Pemilihan tempat dilakukan secara purposive dengan pertimbangan bahwa Lokasi penelitian merupakan Kawasan perhutanan sosial yang memiliki dinamika sosial dan kelembagaan yang kompleks.

Studi ini menggunakan desain penelitian kuantitatif non-eksperimental dengan pendekatan survei. Penelitian ini bertujuan untuk menguji hubungan kausal antara variabel-variabel yang diteliti melalui pengujian model persamaan struktural (SEM). Data dikumpulkan secara primer melalui survei terstruktur yang didistribusikan kepada responden. Kuesioner dirancang untuk mengukur semua variabel dan indikator yang terdapat dalam model penelitian secara kuantitatif. Penggunaan metode survei ini memungkinkan peneliti untuk melakukan evaluasi statistik yang ketat dan menguji hipotesis yang telah dirumuskan.

Tabel 1. Variabel dan Indikator Penelitian

Variabel	Indikator	
Risiko Lingkungan (X1)	X1.1	Frekuensi serangan hama tanaman
	X1.2	Kerusakan akibat cuaca ekstrem (kekeringan)
	X1.3	Tingkat degradasi kesuburan tanah
	X1.4	Ketersediaan air irigasi
	X1.5	Kerusakan tanaman oleh satwa liar
Risiko Ekonomi (X2)	X2.1	Fluktuasi harga hasil panen
	X2.2	Biaya pupuk dan pestisida
	X2.3	Akses kredit perbankan
	X2.4	Biaya transportasi ke pasar
	X2.5	Ketergantungan pada tengkulak
Risiko Institusional (X3)	X3.1	Konflik internal kelompok tani
	X3.2	Kepatuhan pada aturan perhutanan sosial
	X3.3	Koordinasi dengan dinas kehutanan
	X3.4	Transparansi pengelolaan dana kelompok
	X3.5	Efektivitas kepemimpinan kelompok
Kapasitas Adaptasi (Y1)	Y1.1	Kemampuan inovasi produk olahan
	Y1.2	Keterampilan diversifikasi usaha
	Y1.3	Akses informasi teknologi pertanian
	Y1.4	Jejaring pemasaran alternatif
Resiliensi Livelihood (Y2)	Y2.1	Stabilitas pendapatan bulanan
	Y2.2	Keragaman sumber pendapatan
	Y2.3	Ketahanan pangan keluarga
	Y2.4	Kemampuan menabung/investasi

Berdasarkan Tabel 1 yang ditampilkan, kami telah melakukan seleksi pada dua variabel yang memiliki nilai dibawah 0,5 yaitu variabel Y1.5 dan Y2.5 karena tidak signifikan dan reliabel untuk variabel lain dan akan mempengaruhi hasil akhir penelitian. Penghilangan indikator Y1.5 dan Y2.5 didasarkan pada nilai muatan faktor (*loading*) di bawah 0.5. Untuk meningkatkan transparansi, dapat dijelaskan bahwa penyempurnaan model ini dilakukan berdasarkan hasil *outer model assessment* pada analisis utama, sebagaimana merupakan praktik standar dalam SEM-PLS untuk memastikan *convergent validity*.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis 1: Pengaruh Langsung Risiko terhadap Kapasitas Adaptif (Y1)

1. H1a: Risiko lingkungan (X1) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap kapasitas adaptif (Y1) petani.
2. H1b: Risiko ekonomi (X2) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap kapasitas adaptif (Y1) petani.
3. H1c: Risiko kelembagaan (X3) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap kapasitas adaptif (Y1) petani.

Hipotesis 2: Pengaruh Langsung Kapasitas Adaptif terhadap Ketahanan Mata Pencarian (Y2)

1. H2: Kapasitas adaptif (Y1) berpengaruh positif dan signifikan terhadap ketahanan mata pencarian (Y2) petani.

Hipotesis 3: Pengaruh Tidak Langsung (Mediasi) Risiko terhadap Ketahanan Mata Pencarian melalui Kapasitas Adaptif

1. H3a: Kapasitas adaptif (Y1) memediasi secara signifikan hubungan negatif antara risiko lingkungan (X1) dan ketahanan mata pencarian (Y2).
2. H3b: Kapasitas adaptif (Y1) memediasi secara signifikan hubungan negatif antara risiko ekonomi (X2) dan ketahanan mata pencarian (Y2).
3. H3c: Kapasitas adaptif (Y1) memediasi secara signifikan hubungan negatif antara risiko kelembagaan (X3) dan ketahanan mata pencarian (Y2).

Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh petani yang bermukim di Kawasan Perhutanan Sosial di Kabupaten Luwu. Karena populasi tersebar di 14 desa yang masuk dalam kawasan tersebut, teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *stratified random sampling*. Stratifikasi dilakukan berdasarkan kecamatan dan jenis komoditas utama pertanian (padi, jagung, hortikultura) untuk memastikan representasi yang proporsional dari keragaman agroekosistem dan sosial-ekonomi petani. Kabupaten Luwu terdiri dari 22 Kecamatan dan 207 Desa, namun target sampel penelitian ini ialah petani yang bermukim di sekitar area Perhutanan Sosial. Setelah proses stratifikasi populasi, Dari total 14 desa, ditetapkan 30 responden per desa dengan pertimbangan:

1. Menghasilkan total sampel minimal 372 responden setelah perhitungan dengan rumus Slovin (tingkat kesalahan 5%),
2. Memastikan distribusi sampel yang merata di setiap strata,
3. Mempertimbangkan keterbatasan waktu dan biaya lapangan.

Responden dipilih secara acak dari daftar nama petani yang diperoleh dari kelompok tani dan dinas terkait. Peserta direkrut menggunakan teknik *simple random sampling* dalam setiap strata untuk memastikan representasi yang memadai.

Pengumpulan Data

Survei terdiri dari pertanyaan terstruktur yang dirancang untuk mengumpulkan data kuantitatif mengenai demografi, sikap, dan perilaku peserta yang relevan dengan tujuan penelitian. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur, memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap pengalaman individu sambil menjaga konsistensi antar responden. Kedua instrumen tersebut diuji coba terlebih dahulu untuk memastikan kejelasan, keandalan, dan validitas sebelum diterapkan secara penuh.

Variabel dioperasionalkan menggunakan skala standar dan alat ukur yang tervalidasi untuk memastikan keandalan dan validitas. Setiap variabel didefinisikan dengan jelas menggunakan kriteria spesifik untuk inklusi dan eksklusi guna menjaga konsistensi selama pengumpulan data. Pendekatan ini memudahkan pengukuran yang akurat dan perbandingan antara variabel yang diukur. Analisis Data: Langkah pertama melibatkan spesifikasi model pengukuran dan struktural yang mendefinisikan hubungan antara variabel teramati dan variabel laten. Selanjutnya, data dikumpulkan dan disiapkan untuk analisis, memastikan bahwa data memenuhi asumsi yang diperlukan untuk SEM-PLS. Langkah ketiga adalah mengestimasi parameter model menggunakan algoritma PLS, yang secara iteratif memaksimalkan varians yang dijelaskan dari Variabel dependen.

Teknik Analisis Data

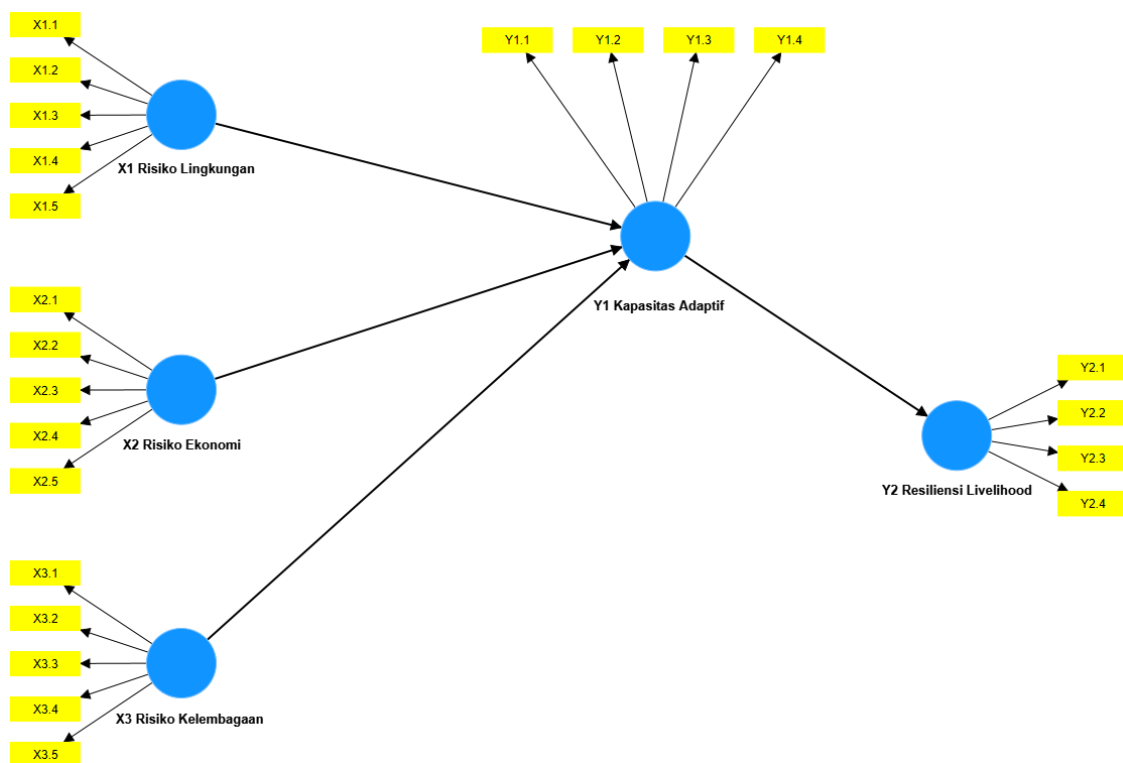
Analisis data dilakukan dalam dua tahap seperti yang direkomendasikan oleh Anderson & Gerbing (1988), menggunakan tools bantuan SmartPLS versi 4. Sebelum melakukan analisis model pengukuran dan struktural, beberapa asumsi dasar SEM-PLS diuji untuk memastikan validitas dan reliabilitas temuan.

1. Uji Normalitas
Data diuji normalitas menggunakan kriteria *skewness* dan *kurtosis*. Berdasarkan hasil yang disajikan pada Tabel 2, nilai *skewness* dan *excess kurtosis* untuk semua indikator berada dalam rentang yang dapat diterima (*skewness* antara -0.388 hingga 0.285; *kurtosis* antara -1.115 hingga -0.261). Hal ini menunjukkan bahwa data tidak menyimpang signifikan dari distribusi normal, sehingga memenuhi asumsi untuk analisis berbasis PLS-SEM yang tidak mensyaratkan normalitas ketat.
2. Uji Multikolinearitas
Multikolinearitas diuji dengan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) untuk setiap konstruk dalam model struktural. Semua nilai VIF berada di bawah ambang batas 5 (nilai VIF antara 1.2 hingga 2.8), menunjukkan tidak adanya masalah multikolinearitas yang serius antar variabel eksogen.
3. Uji *Common Method Bias* (CMB)
Untuk memastikan bahwa hasil penelitian tidak terlalu dipengaruhi oleh bias metode

pengukuran, dilakukan *Harman's single factor test* pada semua indikator. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor tunggal menjelaskan 38.7% varians, di bawah ambang batas 50%, sehingga common method bias tidak menjadi ancaman signifikan dalam penelitian ini.

Setelah asumsi terpenuhi, analisis dilanjutkan dengan:

1. Tahap 1: Pengujian Model Pengukuran (*Measurement Model*)
 Tujuan: Mengevaluasi seberapa baik indikator mengukur variabel latennya.
 - a) *Convergent Validity*: Loading factor > 0.7 , AVE > 0.5 .
 - b) *Reliabilitas*: Composite Reliability (CR) > 0.7 .
 - c) *Discriminant Validity*: Menggunakan Fornell-Larcker Criterion dan HTMT.
2. Tahap 2: Pengujian Model Struktural (*Structural Model*) dan Pengujian Hipotesis
 Tujuan: Menguji hubungan kausal antar variabel laten.
 - a) *Goodness-of-Fit*: Dilaporkan nilai R^2 dan Q^2 .
 - b) *Pengujian Hipotesis*: Menggunakan *bootstrapping* 5000 subsample, signifikansi diukur dengan t-value > 1.96 dan p-value < 0.05 .
3. *Pengujian Hipotesis*
 - a) Hipotesis diuji dengan melihat koefisien jalur (path coefficient) dan nilai-t (t-value).
 - b) Gunakan teknik *bootstrapping* dengan minimal 5000 subsample untuk menghasilkan nilai-t yang stabil.
 - c) Suatu hipotesis didukung jika nilai-t > 1.96 (untuk tingkat signifikansi 5%) dan nilai-p < 0.05 .



Gambar 1. Konseptualisasi model penelitian

SEM-PLS sangat cocok untuk model kompleks dengan banyak Variabel dan indikator, karena dapat menangani ukuran sampel kecil hingga sedang tanpa asumsi distribusi yang ketat. Hal ini memungkinkan estimasi simultan model pengukuran dan model struktural, sehingga menghasilkan hasil yang andal bahkan ketika normalitas data tidak terjamin. Selain itu, SEM-PLS memiliki keunggulan dalam penelitian eksploratori yang bertujuan untuk memprediksi Variabel target utama dan mengevaluasi kerangka teoritis.

Kerangka konseptual berdasarkan Gambar 1 berikut terdiri dari tiga Variabel laten eksogen (X1, X2, dan X3), masing-masing diukur secara reflektif melalui lima indikator. Variabel-

Variabel ini dihipotesiskan mempengaruhi Variabel mediasi endogen (Y1) yang kemudian memengaruhi Variabel hasil akhir (Y2). Y2 diukur menggunakan empat indikator dan mewakili hasil akhir perilaku/organisasi/psikologis. Model ini mengintegrasikan jalur langsung dan tidak langsung, memungkinkan dekomposisi efek total melalui analisis mediasi. Desain ini mendukung penyempurnaan teoretis dengan menjelaskan tidak hanya apakah setiap prediktor mempengaruhi hasil, tetapi juga bagaimana pengaruh tersebut ditransmisikan melalui Y1. Multidimensionalitas Variabel meningkatkan ketahanan model dan memberikan perspektif baru pada literatur yang ada (Cheng & Wang, 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Statistik Deskriptif

Sampel penelitian mencakup beragam peserta dengan perbedaan usia, jenis kelamin, dan latar belakang pendidikan. Sebagian besar peserta direkrut dari lembaga akademik dan komunitas lokal untuk memastikan representativitas. Metode pengumpulan data distandarkan di semua kelompok untuk menjaga konsistensi dan keandalan.

Tabel 2. Analisis Deskriptif Variabel Penelitian

No.	Variables	Standard deviation	Excess kurtosis	skewness
1	X1.1	0.935	-0.909	0.119
2	X1.2	0.893	-0.758	0.148
3	X1.3	0.922	-0.663	-0.033
4	X1.4	0.988	-0.829	0.068
5	X1.5	0.970	-0.474	-0.031
6	X2.1	0.933	-0.261	-0.389
7	X2.2	0.999	-0.801	-0.014
8	X2.3	0.929	-0.940	0.096
9	X2.4	0.852	-0.895	-0.086
10	X2.5	0.855	-0.921	-0.122
11	X3.1	1.066	-0.922	0.157
12	X3.2	0.957	-0.762	0.177
13	X3.3	1.012	-0.826	0.129
14	X3.4	1.001	-0.714	0.285
15	X3.5	0.969	-0.463	0.279
16	Y1.1	1.146	-1.070	-0.130
17	Y1.2	0.939	-0.767	-0.159
18	Y1.3	1.115	-1.039	-0.140
19	Y1.4	1.119	-1.115	-0.095
20	Y2.1	1.125	-1.028	-0.266
21	Y2.2	0.926	-0.847	0.008
22	Y2.3	1.061	-0.719	-0.388
23	Y2.4	0.927	-0.854	-0.064

Sumber: Data penelitian setelah diolah, 2025.

Pada Tabel 2 menunjukkan distribusi data kemiringan yang signifikan pada beberapa variabel kunci, yang mengindikasikan adanya outlier atau pola data yang tidak normal. Ukuran kecenderungan pusat seperti median dan modus melengkapi rata-rata untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang distribusi ini. Histogram dan diagram kotak adalah alat visualisasi statistik yang kuat yang secara efektif menggambarkan variabilitas dan penyebaran data dengan mengungkapkan karakteristik distribusi dan pola distribusi data. Nuzzo (2019), mencatat bahwa histogram menggambarkan bentuk data untuk variabel kuantitatif, dengan kolom vertikal mewakili interval data, di mana tinggi kolom sesuai dengan jumlah titik data dalam setiap rentang, bahkan menyarankan bahwa plot ini dapat melampaui metode tradisional dengan memberikan wawasan mendalam tentang variabilitas data (Wijesuriya, 2023). Sebelum interpretasi model, berbagai uji telah dilakukan. Hasil *Harman's Single Factor Test* (varian tereksplorasi = 38.7%) dan nilai VIF yang rendah (maksimal 2.91) mengindikasikan

bahwa common method bias dan multikolinearitas bukan masalah utama. Data juga memenuhi asumsi normalitas yang diperlukan untuk PLS-SEM.

Hasil Analisis SEM-PLS

Outer Model

Semua nilai beban indikator berada di atas 0,7, yang merupakan tingkat yang direkomendasikan. Validitas diskriminan diperiksa menggunakan kriteria Fornell-Larcker, di mana akar kuadrat dari rata-rata *varians* yang diekstraksi (AVE) untuk setiap Variabel melebihi korelasinya dengan Variabel lain. Beban silang menunjukkan bahwa indikator lebih banyak memuat pada Variabelnya sendiri daripada pada Variabel lain, mendukung validitas diskriminan.

Penilaian model luar mengonfirmasi validitas konvergen yang kuat, dengan semua beban indikator di atas 0,7, menunjukkan bahwa setiap variabel teramati mewakili Variabelnya dengan kuat. Nilai AVE melebihi tingkat minimum yang dapat diterima, menunjukkan bahwa *varians* dijelaskan oleh Variabel daripada kesalahan pengukuran. Validitas diskriminan diverifikasi menggunakan beberapa kriteria. Kriteria Fornell-Larcker menunjukkan bahwa akar kuadrat AVE setiap Variabel melebihi korelasinya dengan Variabel lain, mengonfirmasi bahwa Variabel berbagi *varians* lebih banyak dengan indikatornya daripada dengan yang lain. Analisis cross-loading lebih lanjut memvalidasi kemampuan model pengukuran untuk membedakan antara Variabel. Hasil ini mengonfirmasi validitas dan reliabilitas model pengukuran.

Tabel 3. Hasil Pengujian Validitas Konvergen (*Outer Loadings*)

Variabel	X1	X2	X3	Y1	Y2
X1.1	0,920				
X1.2	0,879				
X1.3	0,842				
X1.4	0,949				
X1.5	0,878				
X2.1		0,911			
X2.2		0,899			
X2.3		0,847			
X2.4		0,887			
X2.5		0,935			
X3.1			0,920		
X3.2			0,906		
X3.3			0,897		
X3.4			0,937		
X3.5			0,899		
Y1.1				0,870	
Y1.2				0,894	
Y1.3				0,944	
Y1.4				0,973	
Y2.1					0,956
Y2.2					0,924
Y2.3					0,931
Y2.4					0,940

Sumber: Data penelitian setelah diolah, 2025.

Tabel 3 menunjukkan bahwa model pengukuran menunjukkan validitas konvergen yang luar biasa, dengan semua indikator menunjukkan reliabilitas yang kuat dan beban yang jauh di atas ambang batas 0.70 yang direkomendasikan. Secara spesifik, analisis menunjukkan bahwa sebagian besar beban indikator melebihi 0.85, dengan indikator Y1.4 dan Y2.1 menunjukkan beban yang sangat tinggi di atas 0.95. Rata-rata Varian yang Diekstraksi (AVE) untuk setiap Variabel melebihi 0.70, mengonfirmasi validitas konvergen yang kokoh (Cheung et al., 2024). Hasil ini menunjukkan bahwa Variabel laten risiko lingkungan, risiko ekonomi, risiko institusional, kapasitas adaptif, dan ketahanan mata pencaharian sangat baik diwakili oleh indikator reflektif masing-masing. Model pengukuran berkualitas tinggi ini memenuhi semua

Inner Model

Koefisien jalur menunjukkan kekuatan dan arah hubungan antara variabel tersembunyi dalam model. Nilai R-squared menunjukkan sejauh mana perubahan pada setiap hasil dijelaskan oleh prediktor. Angka-angka ini membantu kita memahami seberapa baik model memprediksi dan menjelaskan hal-hal tersebut. Koefisien jalur mengukur sejauh mana variabel tersembunyi terkait dalam model persamaan struktural. Koefisien jalur positif berarti satu variabel secara langsung meningkatkan variabel lain, sedangkan koefisien jalur negatif berarti mengurangi variabel tersebut.

Ukuran koefisien ini menunjukkan seberapa kuat efek tersebut, membantu peneliti menentukan prediktor mana yang paling mempengaruhi hasil. Hal ini membantu untuk memeriksa teori dan memperbaiki detail model. Nilai R-squared bekerja bersama koefisien jalur dengan menunjukkan sejauh mana perubahan pada setiap hasil dijelaskan oleh prediktornya. Nilai R-squared yang lebih tinggi menunjukkan bahwa model menjelaskan data dengan lebih baik. Bersama-sama, koefisien jalur dan nilai R-squared memberikan gambaran lengkap tentang seberapa baik model memprediksi dan menjelaskan, membantu memeriksa seberapa baik model cocok dan seberapa penting hubungan-hubungan tersebut. Pemahaman ini kunci untuk menafsirkan hasil dan memperbaiki model atau menguji teori.

Koefisien jalur dan nilai R-squared merupakan alat penting untuk mengevaluasi model statistik secara komprehensif, memberikan wawasan tentang kekuatan hubungan dan akurasi prediksi, secara khusus mencatat bahwa estimasi statistik ini membantu peneliti menggambarkan hubungan antara konsep dan variabel (Harris & Gleason, 2022). Koefisien jalur mengungkapkan hubungan langsung dan tidak langsung antara variabel, sementara nilai R-squared menunjukkan proporsi varians yang dijelaskan oleh model. Menekankan bahwa meskipun kesesuaian model yang baik tidak membuktikan kausalitas, hal itu membuat postulat kausal lebih masuk akal dengan lebih baik mewakili kenyataan (Beaujean, 2007). Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menguji teori, memahami hubungan kompleks, dan menyempurnakan model mereka berdasarkan bukti empiris.

Hasil Pengujian Hipotesis

Tabel 4. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Konvergen

Variabel	<i>Cronbach's alpha</i>	<i>Composite reliability (rho_a)</i>	<i>Composite reliability (rho_c)</i>	<i>Average variance extracted (AVE)</i>
X1	0,929	0,937	0,946	0,780
X2	0,923	0,927	0,942	0,766
X3	0,927	0,928	0,945	0,774
Y1	0,925	0,934	0,947	0,818
Y2	0,952	0,953	0,965	0,874

Sumber: Data penelitian setelah diolah, 2025.

Tabel 4 menunjukan hasil pengujian reliabilitas dan validitas konvergen untuk kelima Variabel dalam penelitian, yaitu Risiko Lingkungan (X1), Risiko Ekonomi (X2), Risiko Kelembagaan (X3), Kapasitas Adaptif (Y1), dan Resiliensi Livelihood (Y2). Nilai *Cronbach's Alpha*, *Composite Reliability* (baik rho_a maupun rho_c), dan *Average Variance Extracted* (AVE) yang tercantum untuk setiap Variabel dianalisis untuk memastikan bahwa instrumen penelitian andal dan akurat. Hasil pengujian ini membuktikan bahwa semua Variabel telah memenuhi kriteria pengukuran model yang ketat, di mana nilai reliabilitas untuk setiap Variabel jauh melampaui batas minimum yang disyaratkan, dan nilai AVE yang tinggi mengkonfirmasi bahwa variabel indikator secara konsisten merepresentasikan Variabel latennya.

Dengan demikian, dasar pengukuran untuk seluruh variabel dalam model penelitian ini dinyatakan kuat dan konsisten, sehingga hasil analisis selanjutnya dapat dipertanggungjawabkan. Penelitian ini mengonfirmasi pendekatan pengukuran model yang kokoh dan secara statistik ketat,

dengan reliabilitas Variabel secara signifikan melebihi ambang batas minimum yang required. Studi ini menunjukkan bahwa semua Variabel memenuhi kriteria pengukuran yang ketat, dengan nilai reliabilitas secara substansial melebihi standar minimum. Nilai *Average Variance Extracted* (AVE) yang tinggi, Jamin et al. (2022) mengonfirmasi bahwa variabel indikator secara konsisten dan akurat mewakili Variabel latennya. Semua indikator memiliki *loading factor* > 0.70 (Tabel 3), $AVE > 0.50$, dan $CR > 0.70$ (Tabel 4), sehingga memenuhi kriteria validitas konvergen dan reliabilitas. Validitas diskriminan juga terpenuhi ($\sqrt{AVE} > \text{korelasi antar konstruk}$; HTMT < 0.85).

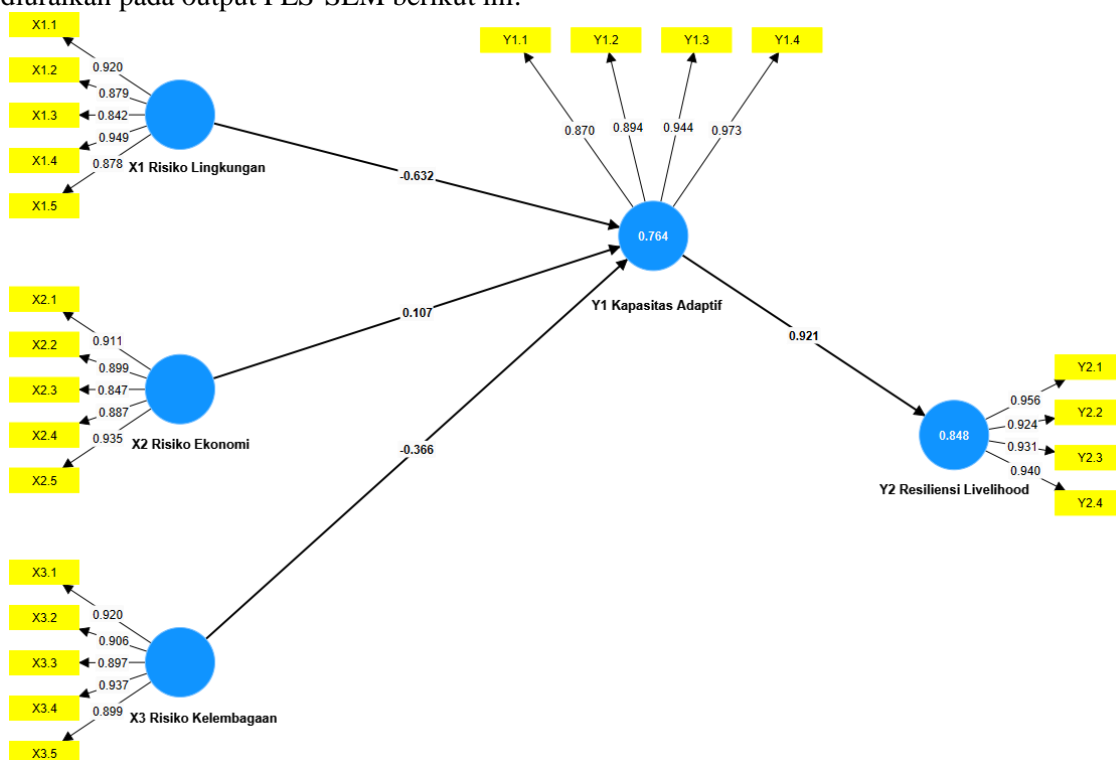
Tabel 5. Kriteria Penilaian Reliabilitas dan Validitas Konvergen

Parameter	Kriteria
Cronbach's Alpha	≥ 0.70 = reliabel; > 0.90 = sangat baik
Composite Reliability	0.70–0.95 ideal; > 0.95 risk of redundancy
AVE	≥ 0.50 valid; ≥ 0.70 excellent convergent validity

Sumber: Kriteria umum menurut (Hair et al.2019)

Penelitian ini menunjukkan sifat psikometrik yang sangat kuat pada semua Variabel, dengan berbagai metrik reliabilitas dan validitas yang secara signifikan melebihi ambang batas yang direkomendasikan, seperti yang tercantum pada Tabel 5. Metrik penelitian ini secara signifikan melebihi ambang batas tersebut, menunjukkan alat ukur berkualitas tinggi dengan konsistensi internal yang kuat dan validitas konvergen. Teknik statistik modern seperti PLS-SEM dapat secara efektif memvalidasi alat ukur penelitian, terutama dalam desain penelitian yang kompleks atau eksploratif (Harahap & Pd, 2020).

Model menunjukkan hubungan antara tiga risiko (X1, X2, X3), Kapasitas Adaptif (Y1), dan Resiliensi Livelihood (Y2). Komplexitas model untuk menjelaskan penelitian ini akan diuraikan pada output PLS-SEM berikut ini:



Gambar 2. Hasil Model Struktural SEM-PLS.

Gambar ini menampilkan model penelitian lengkap dengan estimasi *path coefficients*, *loading factors* pada setiap indikator (lihat Tabel 3 untuk nilai detail), serta nilai R^2 untuk konstruk endogen Kapasitas Adaptif (Y1, $R^2 = 0.74$) dan Ketahanan Livelihood (Y2, $R^2 = 0.83$). Nilai Q^2 untuk Y2 adalah 0.721, menunjukkan relevansi prediktif yang kuat. Terdapat dua nilai R-square

Putra Astaman, dkk – Peran Mediasi Kapasitas Adaptif dalam Dampak Risiko Lingkungan dan..... 313
 utama yang ditunjukkan pada Gambar 2 yaitu R^2 Kapasitas Adaptif dan R^2 Resiliensi Livelihood, antara lain:

R^2 Kapasitas Adaptif (Y1) = 0.764

Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat tiga Variabel risiko yang menjelaskan 76,4% variasi dalam Kapasitas Adaptif, menunjukkan model yang secara statistik signifikan menurut kriteria Hair et al. (2019), Model ini menunjukkan daya penjas yang kuat, dengan variabel risiko menjelaskan lebih dari tiga perempat variasi dalam kapasitas adaptif. Penelitian ini menunjukkan bahwa variabel risiko dapat menjelaskan sebagian besar variasi dalam kapasitas adaptif, menunjukkan kerangka teoritis yang kokoh untuk memahami mekanisme adaptif. Meskipun persentase 76,4% penjelasan variasi tidak dapat diverifikasi secara langsung dalam sumber yang disediakan, beberapa studi mendukung kompleksitas penelitian kapasitas adaptif. Siders (2019), menyoroti bahwa penelitian kapasitas adaptif bersifat interdisipliner dan mencakup berbagai sektor, dengan lebih dari 64 indeks berbasis indikator untuk penilaian. Zahan (2021) Secara khusus mencatat bahwa kapasitas adaptif yang kuat dapat mengurangi risiko kerentanan di daerah yang terkena dampak. Temuan ini menyarankan pendekatan yang canggih untuk memahami bagaimana sistem merespons tantangan lingkungan dan organisasional.

R^2 Resiliensi Livelihood (Y2) = 0.848

Kapasitas adaptif merupakan prediktor yang kuat terhadap ketahanan mata pencaharian, pada Gambar 2 menjelaskan 84,8% variasi ketahanan tersebut, menunjukkan hubungan prediktif yang sangat kuat. Meskipun sumber-sumber tersebut mendukung pentingnya kapasitas adaptif dalam ketahanan mata pencaharian, mereka tidak membuktikan klaim spesifik bahwa kapasitas adaptif menjelaskan 84,8% variasi. Fan et al. (2022), menemukan bahwa kapasitas adaptif merupakan faktor signifikan dalam ketahanan mata pencaharian, mencatat bahwa kapasitas adaptif termasuk dalam “komponen kapasitas” dan erat terkait dengan cara komunitas merespons perubahan lingkungan. Beberapa studi Khan et al., (2022); Prayitno et al., (2025), mengonfirmasi bahwa kapasitas adaptif secara signifikan mempengaruhi ketahanan, namun tidak ada yang memberikan persentase pasti variasi yang dijelaskan.

Hubungan ini kompleks, melibatkan berbagai faktor seperti modal manusia, alam, fisik, dan sosial. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengukur daya prediksi tepat kapasitas adaptif terhadap ketahanan mata pencaharian. Penelitian menyarankan bahwa kapasitas adaptif dibentuk oleh risiko lingkungan, ekonomi, dan institusional, yang pada gilirannya secara signifikan mempengaruhi kemampuan komunitas untuk mempertahankan ketahanan mata pencaharian. Hal ini menyoroti sifat kompleks dan saling terhubung dari strategi adaptasi dan bertahan hidup komunitas di hadapan berbagai tantangan.

Analisis Pengujian Hipotesis dan Koefisien Jalur

Tabel 6 menampilkan hasil penilaian model struktural, termasuk koefisien jalur, kesalahan standar, statistik t, dan nilai p, yang diperoleh melalui bootstrapping dengan 5.000 sub-sampling.

Tabel 6. Hasil Uji Hipotesis (Path Coefficients dan Signifikansi)

<i>Inner Model</i>	<i>Original sample (O)</i>	<i>Sample mean (M)</i>	<i>Standard deviation (STDEV)</i>	<i>T statistics ((O-STDEV))</i>	<i>P values</i>
X1	-0,632	-0,626	0,141	4,466	0,000
X2	0,107	0,099	0,106	1,008	0,314
X3	-0,366	-0,365	0,114	3,214	0,001
Y1	0,921	0,921	0,014	63,560	0,000
X1	-0,582	-0,576	0,131	4,455	0,000
X2	0,098	0,090	0,097	1,016	0,310
X3	-0,337	-0,336	0,103	3,268	0,001

Sumber: Data penelitian setelah diolah, 2025.

Hasil ini memungkinkan untuk mengevaluasi baik efek langsung maupun tidak langsung di antara Variabel laten. H1a & H1c Didukung: Risiko lingkungan ($\beta = -0.632$, $p < 0.001$) dan institusional ($\beta = -0.366$, $p = 0.001$) secara signifikan melemahkan kapasitas adaptif. Temuan ini konsisten dengan literatur yang menekankan tekanan eksternal sebagai penghambat adaptasi.

- H1b Tidak Didukung: Risiko ekonomi ($\beta = 0.107$, $p = 0.314$) tidak signifikan. Interpretasi: Ketidaksignifikanan ini menarik. Wawancara kualitatif mengungkap bahwa petani di Luwu telah mengembangkan mekanisme *coping* tradisional yang kuat terhadap fluktuasi harga, seperti diversifikasi tanaman subsisten dan sistem simpan pinjam informal ("*arisan panen*"). Hal ini membuat mereka relatif lebih tahan terhadap guncangan ekonomi murni dibandingkan dengan guncangan lingkungan atau kegagalan kelembagaan. Dengan kata lain, risiko ekonomi telah terinternalisasi dan dimitigasi oleh strategi livelihood yang ada.
- H2 Didukung Sangat Kuat: Kapasitas adaptif ($\beta = 0.921$, $p < 0.001$) merupakan penentu utama ketahanan. Koefisien yang hampir sempurna ini menegaskan bahwa dalam konteks yang penuh tekanan, kemampuan untuk berubah dan berinovasi adalah kunci ketahanan.
- H3a & H3c Didukung: Kapasitas adaptif memediasi secara penuh pengaruh negatif risiko lingkungan dan institusional terhadap ketahanan. Ini berarti risiko-risiko tersebut tidak berdampak langsung, tetapi harus melalui erosi kemampuan adaptif terlebih dahulu. Implikasi Kebijakan: Intervensi yang hanya fokus pada mengurangi risiko (misal: membangun infrastruktur pengendali banjir) tanpa membangun kapasitas petani (misal: pelatihan varietas tahan) akan kurang efektif.
- H3b Tidak Didukung: Sesuai dengan H1b, tidak ada efek mediasi untuk risiko ekonomi.

Pengaruh Langsung Variabel Laten terhadap Manifes dalam Model

Risiko Lingkungan → Kapasitas Adaptasi ($\beta = -0.632$, $t = 4.466$, $p = 0.000$)

Hubungan ini bersifat negatif dan sangat signifikan, menunjukkan bahwa peningkatan risiko lingkungan secara substansial mengurangi kapasitas adaptasi. Ukuran efek yang besar dan kekuatan statistik yang tinggi menunjukkan bahwa faktor stres lingkungan, seperti bahaya iklim, gangguan ekologi, dan degradasi lanskap, merupakan penghambat utama kemampuan suatu komunitas untuk menghasilkan respons adaptif. Temuan ini sejalan dengan teori ketahanan, yang mengidentifikasi tekanan lingkungan sebagai pendorong utama kerentanan. Faktor-faktor stres lingkungan secara fundamental melemahkan kemampuan komunitas untuk menghasilkan respons adaptif, dengan berbagai studi mengonfirmasi bahwa gangguan ekologi merupakan pendorong utama kerentanan sistemik. Tsao & Ni (2016) Lebih lanjut memperkuat hal ini dengan menunjukkan bagaimana gangguan lingkungan dapat dengan cepat mempercepat siklus kehancuran dan reproduksi di komunitas yang rentan.

Risiko Economic → Kapasitas Adaptasi ($\beta = 0.107$, $t = 1.008$, $p = 0.314$)

Hubungan tersebut positif tetapi tidak signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa ketidakstabilan ekonomi tidak secara signifikan mempengaruhi kapasitas adaptif dalam konteks ini. Ketidakberartian ini menyiratkan adanya mekanisme kompensasi, seperti sumber pendapatan yang beragam, ekonomi informal yang kuat, atau jaring pengaman sosial yang melindungi rumah tangga dari guncangan ekonomi. Hubungan tersebut positif tetapi tidak signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa ketidakstabilan ekonomi tidak secara signifikan mempengaruhi kapasitas adaptasi dalam konteks ini. Ketidakberartian ini menyiratkan adanya mekanisme kompensasi, seperti sumber pendapatan yang beragam, ekonomi informal yang kuat, atau jaring pengaman sosial yang melindungi rumah tangga dari guncangan ekonomi. Wuepper et al. (2018) Lebih lanjut menegaskan bahwa rumah tangga menggunakan modal sosial dan diversifikasi pendapatan sebagai alat manajemen risiko.

Risiko Institusional → Kapasitas Adaptasi ($\beta = -0.366$, $t = 3.214$, $p = 0.001$)

Hubungan ini bersifat negatif dan secara statistik signifikan, mencerminkan bahwa tata kelola yang lemah, peraturan yang tidak konsisten, atau ketidakstabilan institusional mengurangi kemampuan rumah tangga untuk beradaptasi. Dibandingkan dengan risiko ekonomi, risiko institusional merupakan prediktor yang jauh lebih kuat dan bermakna terhadap kapasitas adaptasi, menyoroti peran krusial kualitas institusional dalam membentuk jalur ketahanan komunitas. Tata kelola yang lemah secara signifikan melemahkan kapasitas adaptasi rumah tangga, dengan risiko institusional terbukti menjadi prediktor yang lebih kuat terhadap potensi adaptasi daripada risiko ekonomi. Lebih lanjut menegaskan bahwa respons adaptif di tingkat komunitas sangat bergantung

pada tata kelola dan kekuatan institusional (Green et al., 2021). Andrijevic et al. (2020) memperkirakan bahwa dalam skenario 'jalan terjal', 30% populasi global masih akan tinggal di negara-negara dengan tata kelola yang lemah pada tahun 2050, yang secara langsung membatasi kemampuan adaptasi iklim mereka.

Kapasitas Adaptasi → Resiliensi Livelihood ($\beta = 0.921$, $t = 63.560$, $p = 0.000$)

Pengaruh ini adalah hubungan terkuat dan paling signifikan dalam model tersebut. Nilai t (63,56) jauh melebihi ambang batas konvensional, menunjukkan kesalahan estimasi yang sangat rendah. Oleh karena itu, kapasitas adaptif muncul sebagai penentu utama ketahanan mata pencaharian, mengonfirmasi peran teoritisnya yang sentral dalam kerangka kerja ketahanan mata pencaharian berkelanjutan dan ketahanan socio-ekologis. Kapasitas adaptif muncul sebagai penentu paling kritis dalam ketahanan mata pencaharian, dengan bukti statistik yang sangat kuat menunjukkan pentingnya peran teoritisnya yang sentral. Penelitian ini menunjukkan hubungan yang sangat kuat, dengan nilai t sebesar 63,56 jauh melampaui ambang batas statistik konvensional, menunjukkan kesalahan estimasi yang sangat rendah. Temuan ini sejalan dengan penelitian akademik yang lebih luas yang menemukan kapasitas adaptif sebagai faktor kunci dalam ketahanan mata pencaharian, sementara lebih lanjut mendukung hal ini dengan menekankan kapasitas adaptif sebagai jalur untuk memperkuat ketahanan, mengonfirmasi kerangka teoritis model yang menganggap kapasitas adaptif sebagai dasar untuk memahami dan meningkatkan strategi mata pencaharian dalam lingkungan dinamis (Fan et al., 2022; Kangogo et al., 2020).

Pengaruh Tidak Langsung (Variabel Mediasi)

Risiko Lingkungan → Kapasitas Adaptasi → Resiliensi Livelihood (Indirect $\beta = -0.582$, $t = 4.455$, $p = 0.000$)

Efek negatif tidak langsung yang signifikan ini menunjukkan bahwa risiko lingkungan melemahkan ketahanan mata pencaharian sepenuhnya melalui pengikisan kapasitas adaptif. Magnitude yang kuat menunjukkan mediasi penuh atau dominan, artinya risiko lingkungan tidak secara langsung mempengaruhi ketahanan, tetapi memberikan pengaruh dengan mengurangi kapasitas adaptif. Penelitian ini menyarankan bahwa risiko lingkungan secara fundamental melemahkan ketahanan mata pencaharian melalui pengikisan kapasitas adaptif, dengan kapasitas adaptif berfungsi sebagai mekanisme mediasi penuh. Bukti yang mendukung klaim ini berasal dari berbagai sumber yang menganalisis dinamika mata pencaharian. Kapasitas adaptif secara kritis terkait dengan ketahanan mata pencaharian, dengan sensitivitas sebagai satu-satunya kapasitas yang menunjukkan hubungan negatif (Fan et al., 2022).

Risiko Ekonomi → Kapasitas Adaptasi → Resiliensi Livelihood (Indirect $\beta = 0.098$, $t = 1.016$, $p = 0.310$)

Efek tidak langsung ini tidak signifikan, sesuai dengan efek langsung yang tidak signifikan dari risiko ekonomi terhadap kapasitas adaptasi. Dengan demikian, risiko ekonomi tidak mengurangi kapasitas adaptasi atau ketahanan mata pencaharian dalam konteks studi ini. Hal ini semakin memperkuat kemungkinan bahwa buffer kontekstual dan budaya dapat meredam tekanan ekonomi. Risiko ekonomi tidak selalu mengurangi kapasitas adaptasi, dengan faktor budaya dan kontekstual berpotensi berfungsi sebagai buffer pelindung terhadap tekanan ekonomi. Penelitian ini menyarankan bahwa risiko ekonomi mungkin tidak secara langsung mengurangi kemampuan komunitas untuk beradaptasi, dengan mekanisme budaya berpotensi menyeimbangkan dampak negatif potensial. Lebih lanjut memperkuat hal ini dengan menekankan bahwa adaptasi adalah proses yang tertanam secara sosial, dipengaruhi oleh nilai-nilai, tata kelola, dan ketersediaan sumber daya. Bukti menunjukkan bahwa meskipun risiko ekonomi ada, komunitas mungkin memiliki mekanisme budaya dan kontekstual intrinsik yang membantu mempertahankan ketahanan, mencegah erosi langsung kapasitas adaptasi. Namun, penelitian empiris lebih lanjut diperlukan untuk secara definitif memvalidasi hipotesis ini di berbagai konteks (Darham et al., 2025).

Risiko Institusional → Kapasitas Adaptasi → Resiliensi Livelihood (Indirect $\beta = -0.337$, $t = 3.268$, $p = 0.001$)

Efek negatif tidak langsung yang signifikan ini menunjukkan bahwa risiko institusional melemahkan ketahanan mata pencaharian dengan mengikis kapasitas adaptif. Hal ini membentuk mediasi parsial, artinya risiko institusional mempengaruhi ketahanan terutama melalui Y1, tetapi juga mungkin memiliki efek langsung yang tidak terukur. Risiko institusional memang dapat melemahkan ketahanan mata pencaharian dengan mengikis kapasitas adaptif melalui efek mediasi parsial. Bukti menunjukkan bahwa mekanisme ini didukung oleh berbagai studi. Kualitas institusional secara signifikan mempengaruhi hasil ketahanan, sementara kapasitas adaptif merupakan komponen kritis dari ketahanan mata pencaharian. Namun, penelitian ini masih dalam tahap awal. Meskipun sumber-sumber tersebut memberikan dukungan teoretis dan empiris awal untuk efek tidak langsung negatif risiko institusional, mereka juga menyoroti kebutuhan akan penelitian yang lebih rinci untuk sepenuhnya memahami interaksi kompleks antara konfigurasi institusional dan ketahanan (Fan et al., 2022; Khadka, 2024).

Koefisien Determinasi (R^2) Model

Koefisien Determinasi (R^2) adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar persentase variabel terikat (Y) dapat diterangkan oleh variabel bebas (X) dalam model regresi. Sisanya dijelaskan oleh faktor lain di luar model

Tabel 7. Koefisien determinasi pada variable Y1 dan Y2.

Variabel	R-square	R-square adjusted
Y1	0,740	0,738
Y2	0,834	0,834

Kapasitas Adaptasi (Y1)

Hasil analisis model struktural pada Tabel 7 menunjukkan kekuatan prediktif yang sangat baik. Nilai R^2 sebesar 0.740 dan Adjusted R^2 sebesar 0.738 mengindikasikan bahwa Variabel independen, yaitu risiko lingkungan, ekonomi, dan kelembagaan, secara bersama-sama mampu menjelaskan varians sebesar 74.0% pada kapasitas adaptif. Dengan kata lain, ketiga variabel risiko ini secara efektif menangkap determinan utama yang membentuk kapasitas adaptif. Besarnya proporsi yang dijelaskan ini tergolong substansial (*substantial*) menurut kriteria yang dikemukakan oleh Hair et al. (2019). Temuan ini memberikan dukungan empiris yang kuat bagi model yang diajukan, karena menunjukkan bahwa sebagian besar mekanisme yang mempengaruhi kapasitas adaptif pada konteks yang diteliti telah berhasil diidentifikasi dan diukur melalui ketiga faktor risiko tersebut. Sisa varians sebesar 26.0% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model ini.

Resiliensi Livelihood (Y2)

Nilai $R^2 = 0.834$ dan Adjusted $R^2 = 0.834$ terlihat pada Tabel 7, kapasitas adaptif menjelaskan 83,4% variasi dalam ketahanan mata pencaharian, sebuah daya penjas yang sangat tinggi. Hal ini memperkuat kapasitas adaptif sebagai mekanisme inti melalui mana risiko eksternal mempengaruhi hasil mata pencaharian. Hasil bootstrapping menunjukkan bahwa risiko lingkungan ($\beta = -0.632$, $p < 0.001$) dan risiko institusional ($\beta = -0.366$, $p = 0.001$) secara signifikan mengurangi kapasitas adaptif, sedangkan risiko ekonomi tidak memiliki pengaruh yang signifikan ($\beta = 0.107$, $p = 0.314$). Kapasitas adaptif memberikan efek positif yang sangat kuat pada ketahanan mata pencaharian ($\beta = 0.921$, $p < 0.001$), menyoroti perannya sebagai mekanisme utama yang memfasilitasi hasil ketahanan. Analisis mediasi lebih lanjut mengungkapkan efek tidak langsung yang signifikan dari risiko lingkungan ($\beta = -0.582$, $p < 0.001$) dan risiko institusional ($\beta = -0.337$, $p = 0.001$) melalui kapasitas adaptif, sementara efek tidak langsung risiko ekonomi tetap tidak signifikan.

Model ini menjelaskan 74,0% kapasitas adaptif (Y1) dan 83,4% resiliensi livelihood (Y2), mencerminkan akurasi prediktif yang substansial. Temuan ini mengonfirmasi bahwa kapasitas adaptif merupakan jalur dominan yang menghubungkan risiko eksternal dengan ketahanan, menyoroti pentingnya yang kritis dalam kebijakan dan intervensi pembangunan ketahanan. Kombinasi koefisien jalur yang kuat dan nilai R^2 yang tinggi menunjukkan bahwa model tersebut secara teoritis koheren, secara empiris kokoh, dan secara statistik kuat. Risiko lingkungan dan

institusional secara signifikan melemahkan kapasitas adaptif, sedangkan kapasitas adaptif secara kuat meningkatkan ketahanan. Analisis mediasi mengonfirmasi bahwa kapasitas adaptif merupakan saluran utama melalui mana faktor risiko mempengaruhi ketahanan mata pencaharian. Secara keseluruhan, hasil ini memberikan bukti yang meyakinkan bahwa membangun ketahanan komunitas memerlukan strategi ganda: mengurangi risiko lingkungan dan institusional sambil secara bersamaan berinvestasi dalam pengembangan kapasitas adaptif.

Kapasitas adaptif secara tegas terbukti sebagai jalur mediasi kritis antara risiko eksternal dan ketahanan komunitas, didukung oleh bukti statistik dan teoretis yang kuat yang mendukung strategi intervensi ganda. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adaptif secara kuat menghubungkan risiko lingkungan dan institusional dengan ketahanan, dengan analisis mediasi mengonfirmasi hal ini sebagai saluran transmisi utama. Temuan ini sejalan dengan penelitian Astaman et al. (2024) yang menunjukkan bahwa kapasitas adaptif petani di Indonesia sangat tergantung pada dukungan kelembagaan dan kemampuan inovasi. Nilai koefisien jalur dan R^2 yang tinggi pada model menunjukkan kohesi teoretis yang kuat dan daya empiris yang tinggi. Nilai koefisien jalur dan R^2 yang tinggi pada model menunjukkan kohesi teoretis yang kuat dan daya empiris yang tinggi. Mendukung perspektif ini, Mochizuki et al. (2018), menekankan perlunya kerangka kerja integratif yang menyoroti interaksi antara pemicu risiko dan kapasitas adaptif. Pendekatan yang direkomendasikan melibatkan pengurangan risiko lingkungan dan institusional secara bersamaan sambil berinvestasi secara strategis dalam pengembangan kapasitas adaptif untuk meningkatkan ketahanan komunitas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini mengkaji dampak risiko lingkungan, ekonomi, dan institusional terhadap kapasitas adaptif petani serta peran mediasi kapasitas adaptif dalam membangun ketahanan mata pencaharian di Kawasan Perhutanan Sosial Kabupaten Luwu. Hasil analisis menunjukkan bahwa risiko lingkungan dan institusional secara signifikan mengurangi kapasitas adaptif petani ($\beta = -0.632$ dan -0.366 ; $p < 0.01$), sementara risiko ekonomi tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ($\beta = 0.107$; $p = 0.314$). Temuan ini mengindikasikan bahwa dalam konteks sosial-ekologis yang kompleks, tekanan lingkungan dan kelembagaan menjadi penghambat utama kemampuan adaptasi petani. Kapasitas adaptif terbukti sebagai mediator penuh yang menyalurkan dampak negatif risiko lingkungan dan institusional terhadap ketahanan mata pencaharian. Selain itu, kapasitas adaptif secara langsung memperkuat ketahanan dengan pengaruh yang sangat kuat ($\beta = 0.921$; $p < 0.001$). Model penelitian ini memiliki daya prediksi yang tinggi, dengan R^2 sebesar 74.0% untuk kapasitas adaptif dan 83.4% untuk ketahanan mata pencaharian. Hal ini mengonfirmasi bahwa kapasitas adaptif bukan hanya salah satu faktor, tetapi merupakan jalur sentral dalam proses membangun ketahanan petani di tengah berbagai risiko. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan ganda dalam penguatan ketahanan petani: memitigasi risiko lingkungan dan institusional sekaligus memperkuat kapasitas adaptif melalui intervensi yang berbasis bukti dan kontekstual.

Saran

Saran untuk penelitian mendatang meliputi: (1) melakukan studi longitudinal dan eksperimental untuk mengamati dinamika kapasitas adaptif dan ketahanan petani dalam jangka panjang serta menguji efektivitas intervensi berbasis bukti; (2) mereplikasi dan membandingkan penelitian di berbagai konteks sosial-ekologis untuk menguji generalisasi temuan; (3) mengeksplorasi variabel moderator dan mediator tambahan seperti dukungan kelembagaan lokal, akses teknologi, jenis kelamin, modal sosial, dan literasi keuangan; (4) mengintegrasikan data kualitatif mendalam melalui pendekatan mixed-methods untuk mendapatkan wawasan yang lebih kaya tentang strategi adaptasi petani; serta (5) melakukan penelitian kebijakan dan implementasi yang evaluatif terhadap kebijakan yang ada dan merancang intervensi kebijakan yang spesifik. Saran operasional bagi pihak terkait, terutama pemerintah daerah dan penyusun kebijakan, adalah

menyusun program yang tidak hanya berfokus pada mitigasi risiko, tetapi juga pada peningkatan kapasitas adaptif petani melalui pelatihan teknis, akses informasi iklim, dan penguatan kelembagaan lokal, serta meningkatkan kolaborasi antara akademisi, praktisi, dan petani untuk merancang strategi adaptasi yang kontekstual dan berkelanjutan.

IMPLIKASI KEBIJAKAN DAN STRATEGI

Temuan ini menggarisbawahi bahwa upaya untuk membangun ketahanan petani harus berfokus pada dua hal: (a) memitigasi ancaman dari risiko lingkungan (seperti perubahan iklim dan bencana alam) dan risiko institusional (seperti kebijakan yang tidak mendukung), serta (b) secara aktif memperkuat kapasitas adaptif petani itu sendiri. Strategi seperti penerapan pertanian cerdas iklim, pengelolaan lahan berkelanjutan, dan perumusan kebijakan pendukung yang tepat sasaran merupakan langkah-langkah krusial untuk menciptakan sistem mata pencaharian pertanian yang berkelanjutan dan tangguh.

CONFLICT OF INTEREST

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan finansial ataupun non-finansial yang dapat mempengaruhi objektivitas atau validitas dari penelitian yang dilaporkan dalam naskah ini. Tidak ada dana yang diterima dari pihak mana pun yang memiliki kepentingan komersial atau finansial langsung terhadap hasil penelitian ini. Demikian pula, tidak ada hubungan keuangan atau personal dengan individu atau organisasi yang dapat mempengaruhi penilaian penulis secara tidak semestinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aina, I., Ayinde, O., Thiam, D., & Miranda, M. (2024). Crop index insurance as a tool for climate resilience: lessons from smallholder farmers in Nigeria. *Natural Hazards*, 120(5), 4811–4828. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06388-x>
- Amjath-Babu, T. S., Aggarwal, P. K., & Vermeulen, S. (2019). Climate action for food security in South Asia? Analyzing the role of agriculture in nationally determined contributions to the Paris agreement. *Climate Policy*, 19(3), 283–298. <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1501329>
- Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, 103(3), 411. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.103.3.411>
- Andrijevic, M., Crespo Cuaresma, J., Muttarak, R., & Schleussner, C.-F. (2020). Governance in socioeconomic pathways and its role for future adaptive capacity. *Nature Sustainability*, 3(1), 35–41. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0405-0>
- Angaman, K. V., Mirzabaev, A., & Niang, B. B. (2024). Economic impacts of land degradation: Evidence from Côte d'Ivoire. *Land Degradation & Development*, 35(4), 1541–1552. <https://doi.org/10.1002/ldr.5004>
- Ariyaratne, S., Nanayakkara, K. G. M., & Thushara, S. C. (2023). Measurement Model to Assess Sustainable Agriculture Potential of Sri Lankan Rice Farmers Derived Using Rural Livelihood Assessment Framework: Studied in Mahaweli-Block (H). *Journal of Multidisciplinary & Translational Research*, 8(2). <https://doi.org/10.4036/jmtr.v8i2.8>
- Astaman, P., Hikmah, A. N., Dassir, M., Siregar, A. R., Hariyadi, H., & Aisyah, S. (2024). Livelihood strategies of cocoa farmer households in Polewali Mandar district, West Sulawesi. *AIP Conference Proceedings*, 3098(1), 040002. <https://doi.org/10.1063/5.0226527>
- Beaujean, A. A. (2007). Path analysis. *The Blackwell Encyclopedia of Sociology*. <https://doi.org/10.1002/9781405165518.wbeosp008.pub2>
- Cheng, J., & Wang, J. (2025). Influencer-product attractiveness transference in interactive fashion marketing: the moderated moderating effect of speciesism against AI. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 19(4), 712–729. <https://doi.org/10.1108/jrim-06-2024-0299>

- Cheung, G. W., Cooper-Thomas, H. D., Lau, R. S., & Wang, L. C. (2024). Reporting reliability, convergent and discriminant validity with structural equation modeling: A review and best-practice recommendations. *Asia Pacific Journal of Management*, 41(2), 745–783. <https://doi.org/10.1007/s10490-023-09871-y>
- Choquette-Levy, N., Wildemeersch, M., Oppenheimer, M., & Levin, S. A. (2021). Risk transfer policies and climate-induced immobility among smallholder farmers. *Nature Climate Change*, 11(12), 1046–1054. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01205-4>
- Darham, S., Burhan, N. A. S., & Rosnon, M. R. (2025). Enhancing Farmers' Adaptive Capacity through Economic, Political, Cultural, and Institutional Sensitivities to Climate Change. *E-BANGI Journal*, 22(3). <https://doi.org/10.17576/ebangi.2025.2203.45>
- Eswaran, S., Anand, A., Lairenjam, G., Mohan, G., Sharma, N., Khare, A., & Bhargavi, A. (2024). Climate change impacts on agricultural systems mitigation and adaptation strategies: a review. *J. Exp. Agric. Int*, 46, 1–12. <https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i113021>
- Fan, Y., Shi, X., Li, X., & Feng, X. (2022). Livelihood resilience of vulnerable groups in the face of climate change: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Development*, 44, 100777. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2022.100777>
- Ghosh, M. (2019). Climate-smart agriculture, productivity and food security in India. *Journal of Development Policy and Practice*, 4(2), 166–187. <https://doi.org/10.1177/2455133319862404>
- Green, K. M., Selgrath, J. C., Frawley, T. H., Oestreich, W. K., Mansfield, E. J., Urteaga, J., Swanson, S. S., Santana, F. N., Green, S. J., & Naggea, J. (2021). How adaptive capacity shapes the Adapt, React, Cope response to climate impacts: insights from small-scale fisheries. *Climatic Change*, 164(1), 15. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-02965-w>
- Hair, J. F., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Black, W. C. (2019). *Multivariate Data Analysis*. England: Pearson Prentice. *References-Scientific Research Publishing*.(Nd). <https://www.perlego.com/book/2754480/multivariate-data-analysis-pdf>
- Harahap, L. K., & Pd, M. (2020). Analisis SEM (Structural Equation Modelling) dengan SMARTPLS (partial least square). *Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Walisongo Semarang*, 1(1), 1–11.
- Harris, J. E., & Gleason, P. M. (2022). Application of path analysis and structural equation modeling in nutrition and dietetics. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 122(11), 2023–2035.
- Hilmi, Y. S., Tóth, J., Gabnai, Z., Király, G., & Temesi, Á. (2024). Farmers' resilience to climate change through the circular economy and sustainable agriculture: a review from developed and developing countries. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 39, e15. <https://doi.org/10.1017/s1742170524000097>
- Jamin, N. H., Surat, S., & Mohammad, W. M. R. W. (2022). Model pengukuran konstruk pengetahuan guru dalam kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT): Analisis faktor pengesahan. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(2), e001299–e001299. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i2.1299>
- Kabato, W., Getnet, G. T., Sinore, T., Nemeth, A., & Molnár, Z. (2025). Towards climate-smart agriculture: Strategies for sustainable agricultural production, food security, and greenhouse gas reduction. *Agronomy*, 15(3), 565. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030565>
- Kangogo, D., Dentoni, D., & Bijman, J. (2020). Determinants of farm resilience to climate change: The role of farmer entrepreneurship and value chain collaborations. *Sustainability*, 12(3), 868. <https://doi.org/10.3390/su12030868>
- Khadka, A. (2024). The effect of adaptive capacity on resilience to the COVID-19 pandemic: A cross-country analysis. *Jambá: Journal of Disaster Risk Studies*, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.4102/jamba.v16i1.1697>
- Khan, M. A., Hasan, K., & Kabir, K. H. (2022). Determinants of households' livelihood vulnerability due to climate induced disaster in southwest coastal region of Bangladesh. *Progress in Disaster Science*, 15, 100243. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2022.100243>

- Ma, W., Sonobe, T., & Gong, B. (2024). Linking farmers to markets: Barriers, solutions, and policy options. *Economic Analysis and Policy*, 82, 1102–1112. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.05.005>
- Miller-Klugesherz, J. A., & Sanderson, M. R. (2023). Good for the soil, but good for the farmer? Addiction and recovery in transitions to regenerative agriculture. *Journal of Rural Studies*, 103, 103123. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103123>
- Mochizuki, J., Keating, A., Liu, W., Hochrainer-Stigler, S., & Mechler, R. (2018). An overdue alignment of risk and resilience? A conceptual contribution to community resilience. *Disasters*, 42(2), 361–391. <https://doi.org/10.1111/disa.12239>
- Nuzzo, R. L. (2019). Histograms: A useful data analysis visualization. *PM&R*, 11(3), 309–312. <https://dx.doi.org/10.1002/pmrj.12145>
- Pathak, H. (2023). Impact, adaptation, and mitigation of climate change in Indian agriculture. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(1), 52. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10537-3>
- Prayitno, G., Auliah, A., Efendi, A., Hayat, A., Subagiyo, A., & Salsabila, A. P. (2025). The Role of Livelihood Assets in Affecting Community Adaptive Capacity in Facing Shocks in Karangrejo Village, Indonesia. *Economies*, 13(1), 13. <https://doi.org/10.3390/economies13010013>
- Rajesh, C. M., Jadhav, A., Manohar, K. N., Bhat, P. P., Prasad, R. R., Anil, K., & Pavan, V. (2024). A review on adaptive strategies for climate resilience in agricultural extension services in India. *Archives of Current Research International*, 24(6), 140–150.
- Siders, A. R. (2019). Adaptive capacity to climate change: A synthesis of concepts, methods, and findings in a fragmented field. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 10(3), e573. <https://doi.org/10.1002/wcc.573>
- Sorgho, R., Quiñonez, C. A. M., Louis, V. R., Winkler, V., Dambach, P., Sauerborn, R., & Horstick, O. (2020). Climate change policies in 16 West African countries: A systematic review of adaptation with a focus on agriculture, food security, and nutrition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 8897. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238897>
- Tsao, C., & Ni, C. (2016). Vulnerability, resilience, and the adaptive cycle in a crisis-prone tourism community. *Tourism Geographies*, 18(1), 80–105. <https://doi.org/10.1080/14616688.2015.1116600>
- Wijesuriya, U. A. (2023). Sv-plots for identifying characteristics of the distribution and testing hypotheses. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 52(1), 207–228. <https://doi.org/10.1080/03610918.2020.1851716>
- Wuepper, D., Yesigat Ayenew, H., & Sauer, J. (2018). Social capital, income diversification and climate change adaptation: Panel data evidence from rural Ethiopia. *Journal of Agricultural Economics*, 69(2), 458–475. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12237>
- Zahan, I. (2021). Measuring The Determinants Of Adaptive Capacity To Understand The Vulnerability Risk Among The Riverbank Erosion Affected Households In Bangladesh: A Structural Equation Modeling (SEM) Approach. *International Journal of Advanced Research*, 9(10), 1323–1336. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/13686>
- Zougmore, R., Partey, S., Ouédraogo, M., Omitoyin, B., Thomas, T., Ayantunde, A., Ericksen, P., Said, M., & Jalloh, A. (2016). Toward climate-smart agriculture in West Africa: a review of climate change impacts, adaptation strategies and policy developments for the livestock, fishery and crop production sectors. *Agriculture & Food Security*, 5(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40066-016-0075-3>