



Adaptasi Petani Hortikultura terhadap Variabilitas Iklim: Perbandingan Sistem Dataran Tinggi dan Dataran Rendah

Udin¹

¹University of Banten; Email: udin@undip.ac.id

***Corresponding Author:** udin@undip.ac.id

Citation: Aziz (2026). The Title of Article (Book Antiqua 14pt Bold). *Agricultural Sciences*, 10(4), xx–xx.
<https://doi.org/0000-0000>

Published: 04/05/2026

ABSTRACT

This article analyzes climate adaptation strategies among horticultural farmers in highland and lowland agroecosystems in Indonesia. Horticulture is highly sensitive to temperature, rainfall variability, pest outbreaks, and market volatility. Using a comparative case-study design based on secondary climate reports, agricultural policy documents, and scholarly literature, this study compares two contrasting agroecological systems: highland vegetable production and lowland horticultural production. The findings show that highland farmers face risks associated with temperature shifts, soil erosion, rainfall intensity, and pest migration, while lowland farmers are more exposed to flooding, heat stress, waterlogging, and market disruption. Adaptation strategies also differ: highland systems rely more on terracing, crop rotation, protective cultivation, and pest monitoring, whereas lowland systems prioritize drainage, water management, planting-calendar adjustment, and heat-tolerant varieties. The article argues that adaptive capacity is not merely a function of farmer knowledge but emerges from the interaction between climate exposure, ecological infrastructure, extension services, and market access. The novelty lies in developing a differentiated adaptation framework for horticultural systems across agroecological zones. The article contributes to agricultural sciences by linking climate-risk theory with comparative agroecosystem analysis and policy-oriented adaptation planning.

Keywords: climate adaptation; horticulture; highland farming; lowland farming; adaptive capacity; Indonesia

INTRODUCTION

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan terbesar bagi sistem pertanian tropis. IPCC menegaskan bahwa peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, kejadian ekstrem, dan meningkatnya frekuensi kekeringan serta banjir berdampak langsung terhadap produktivitas tanaman, keamanan pangan, dan mata pencaharian petani kecil (IPCC, 2023). Hortikultura merupakan salah satu subsektor yang paling sensitif karena tanaman sayuran dan buah memiliki rentang toleransi ekologis yang sempit, siklus produksi pendek, serta ketergantungan tinggi pada kualitas air, suhu, dan pengendalian hama.

Di Indonesia, hortikultura berperan penting dalam diversifikasi pangan, pendapatan petani, dan pemenuhan gizi masyarakat. Namun, subsektor ini menghadapi risiko ganda: risiko produksi akibat iklim dan risiko pasar akibat fluktuasi harga. Kementerian Pertanian menempatkan hortikultura sebagai bagian penting dari transformasi pertanian dan ketahanan pangan, tetapi adaptasi iklim di subsektor ini belum selalu dibedakan berdasarkan karakteristik agroekologis wilayah (Kementerian Pertanian, 2025). Padahal, dataran tinggi dan dataran rendah memiliki struktur risiko yang berbeda.

Literatur adaptasi pertanian menekankan bahwa kapasitas adaptif dipengaruhi oleh aset rumah tangga, akses informasi, modal sosial, infrastruktur, dan dukungan kelembagaan (Below et al., 2012; Bryan et al., 2013). Dalam konteks hortikultura, adaptasi dapat berupa perubahan kalender tanam, penggunaan varietas toleran, pengelolaan air, mulsa, naungan, diversifikasi tanaman, pengendalian hama terpadu, dan penggunaan informasi iklim (Thornton et al., 2018). Namun, studi-studi tersebut sering memperlakukan adaptasi sebagai daftar praktik teknis, bukan sebagai proses yang dibentuk oleh interaksi antara agroekologi dan pasar.

Studi dataran tinggi menunjukkan bahwa perubahan suhu dapat menggeser kesesuaian tanaman, meningkatkan tekanan hama, dan mempercepat degradasi tanah jika budidaya intensif dilakukan di lereng curam (Sumberg et al., 2021). Sementara itu, studi dataran rendah menekankan risiko banjir, genangan, cekaman panas, dan ketidakpastian pasokan air (IPCC, 2023). Perbedaan ini menunjukkan bahwa adaptasi hortikultura harus bersifat spesifik lokasi.

Research gap artikel ini terletak pada kurangnya analisis komparatif yang secara eksplisit membandingkan mekanisme adaptasi hortikultura antara dataran tinggi dan dataran rendah. Secara teoritis, literatur kapasitas adaptif belum cukup menjelaskan bagaimana eksposur iklim yang berbeda menghasilkan konfigurasi adaptasi yang berbeda. Secara empiris, kebijakan adaptasi sering bersifat generik sehingga kurang sensitif terhadap risiko spesifik agroekosistem. Secara metodologis, banyak studi adaptasi menggunakan survei tunggal tanpa pembacaan komparatif lintas agroekologi.

Kebaruan artikel ini terletak pada penyusunan model adaptasi diferensial hortikultura. Artikel ini berkontribusi dengan menunjukkan bahwa adaptasi efektif harus mempertemukan tiga unsur: risiko iklim spesifik lokasi, kapasitas ekologis lahan, dan dukungan kelembagaan-pasar. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan risiko, strategi, dan outcome adaptasi antara sistem hortikultura dataran tinggi dan

dataran rendah.

METHODOLOGY

Penelitian ini menggunakan desain studi kasus komparatif berbasis data sekunder. Kasus pertama adalah sistem hortikultura dataran tinggi, terutama sayuran bernilai ekonomi tinggi. Kasus kedua adalah sistem hortikultura dataran rendah, termasuk sayuran semusim dan buah tropis. Unit analisis adalah agroekosistem hortikultura.

Data berasal dari laporan IPCC, FAO, Kementerian Pertanian, World Bank, serta literatur ilmiah tentang adaptasi iklim dan hortikultura tropis. Variabel pembanding meliputi eksposur iklim, kerentanan ekologis, strategi adaptasi, dukungan kelembagaan, dan risiko pasar. Analisis dilakukan melalui sintesis komparatif dan causal mechanism analysis untuk menjelaskan bagaimana perbedaan konteks menghasilkan outcome adaptasi berbeda. Validasi dilakukan melalui triangulasi dokumen resmi dan literatur ilmiah. Penelitian ini tidak menggunakan wawancara sehingga tidak menyajikan kutipan informan.

Hasil dan Diskusi

3.1 Struktur Risiko Iklim pada Dataran Tinggi dan Dataran Rendah

Dataran tinggi menghadapi risiko utama berupa perubahan suhu, hujan ekstrem, erosi, dan peningkatan tekanan hama. Kenaikan suhu dapat mengubah kesesuaian agroklimat tanaman tertentu, sedangkan curah hujan intensif mempercepat kehilangan tanah di lahan miring. Sistem hortikultura dataran tinggi yang intensif juga sering memerlukan pengolahan tanah berulang, sehingga risiko degradasi meningkat jika tidak diimbangi konservasi.

Dataran rendah menghadapi risiko berbeda. Cekaman panas, banjir, genangan, dan drainase buruk dapat merusak tanaman hortikultura yang sensitif terhadap kelebihan air. Perubahan pola hujan juga memengaruhi kalender tanam dan meningkatkan ketidakpastian panen. Pada wilayah yang dekat pasar perkotaan, risiko produksi dapat segera berubah menjadi risiko ekonomi karena harga hortikultura sangat sensitif terhadap pasokan.

Temuan ini menunjukkan bahwa adaptasi tidak dapat dirancang secara seragam. Strategi dataran tinggi harus memprioritaskan konservasi tanah, pengelolaan lereng, dan pemantauan hama. Strategi dataran rendah harus memprioritaskan drainase, pengelolaan air, varietas toleran panas, dan pengaturan waktu tanam. Dengan demikian, eksposur iklim adalah variabel awal yang membentuk seluruh konfigurasi adaptasi.

3.2 Strategi Adaptasi dan Kapasitas Kelembagaan

Petani dataran tinggi cenderung memerlukan strategi adaptasi berbasis konservasi lahan. Terasering, mulsa, penutup tanah, rotasi tanaman, dan budidaya terlindung menjadi penting untuk mengurangi erosi dan menjaga mikroklimat. Pengendalian hama terpadu juga menjadi krusial karena perubahan suhu dapat

memperluas wilayah serangan hama.

Petani dataran rendah membutuhkan strategi berbasis tata kelola air. Saluran drainase, embung kecil, penyesuaian kalender tanam, dan varietas toleran genangan atau panas menjadi instrumen utama. Namun, strategi tersebut tidak dapat dilakukan hanya oleh petani individu. Drainase, kalender tanam, dan distribusi air memerlukan koordinasi kelembagaan.

Temuan ini memperkuat argumen Bryan et al. (2013) bahwa adaptasi dipengaruhi oleh informasi, aset, dan institusi. Namun, artikel ini menambahkan bahwa jenis institusi yang diperlukan berbeda menurut agroekosistem. Dataran tinggi memerlukan kelembagaan konservasi lanskap, sedangkan dataran rendah memerlukan kelembagaan tata air. Dengan demikian, kapasitas adaptif harus dipahami sebagai kapasitas yang terlokalisasi.

3.3 Pasar, Risiko Harga, dan Resiliensi Pendapatan

Hortikultura memiliki risiko pasar yang lebih tinggi dibandingkan tanaman pangan pokok karena produk mudah rusak, harga fluktuatif, dan permintaan berubah cepat. Adaptasi iklim yang berhasil secara teknis belum tentu meningkatkan pendapatan jika petani tidak memiliki akses pasar stabil. Petani dataran tinggi sering terhubung dengan rantai pasok sayuran segar untuk pasar kota, sedangkan petani dataran rendah dapat lebih dekat secara geografis ke pasar tetapi rentan terhadap banjir dan gangguan distribusi.

Kondisi ini menunjukkan bahwa resiliensi hortikultura harus mencakup resiliensi produksi dan resiliensi pasar. Teknologi budidaya terlindung, penyimpanan dingin, kontrak pemasaran, dan koperasi dapat memperkuat posisi petani. Tanpa kelembagaan pasar, adaptasi hanya menurunkan risiko produksi tetapi tidak menjamin stabilitas pendapatan.

Temuan ini memperluas literatur adaptasi iklim dengan memasukkan pasar sebagai variabel mediasi. Adaptasi pertanian tidak berhenti di lahan, tetapi berlanjut ke rantai nilai. Oleh karena itu, kebijakan adaptasi hortikultura harus mengintegrasikan penyuluhan iklim, infrastruktur pascapanen, dan akses pasar.

3.4 Tabel Analitis Bukti Empiris

Variabel	Temuan Empiris	Bukti Data/Kutipan	Interpretasi Analitis
Eksposur iklim dataran tinggi	Risiko erosi, hujan intensif, dan migrasi hama lebih dominan	Perubahan iklim meningkatkan risiko produksi pangan dan ekosistem (IPCC, 2023)	Adaptasi perlu berbasis konservasi tanah dan lanskap
Eksposur iklim dataran	Risiko banjir, genangan, dan	Laporan iklim menekankan peningkatan	Tata kelola air menjadi pusat

rendah	cekaman panas lebih kuat	kejadian ekstrem (IPCC, 2023)	adaptasi
Risiko pasar	Hortikultura rentan terhadap volatilitas harga dan kerusakan produk	Transformasi agrifood memerlukan pengurangan biaya tersembunyi dan risiko rantai pasok (FAO, 2023)	Adaptasi produksi harus dihubungkan dengan rantai nilai
Kapasitas kelembagaan	Strategi adaptasi memerlukan koordinasi kolektif	Kebijakan pertanian menekankan kelembagaan dan penyuluhan (Kementerian Pertanian, 2025)	Adaptasi efektif bersifat sosial-teknis, bukan individual

Sumber: diolah dari IPCC (2023), FAO (2023), Kementerian Pertanian (2025), World Bank (2024), dan literatur adaptasi iklim.

3.5 Model Konseptual

Eksposur Iklim → Kapasitas Adaptif → Strategi Budidaya → Stabilitas Produksi → Resiliensi Pendapatan

Model ini menunjukkan bahwa adaptasi hortikultura harus dibaca sebagai proses bertingkat. Eksposur iklim membentuk kebutuhan adaptasi; kapasitas adaptif menentukan pilihan strategi; strategi budidaya memengaruhi stabilitas produksi; dan stabilitas produksi hanya menjadi resiliensi ekonomi ketika didukung akses pasar.

CONCLUSION

Artikel ini menunjukkan bahwa adaptasi petani hortikultura terhadap perubahan iklim harus dibedakan menurut agroekosistem. Dataran tinggi dan dataran rendah menghadapi struktur risiko berbeda sehingga membutuhkan strategi adaptasi berbeda. Dataran tinggi memerlukan konservasi tanah, pengelolaan lereng, rotasi tanaman, dan pengendalian hama terpadu. Dataran rendah memerlukan drainase, manajemen air, varietas toleran, dan penyesuaian kalender tanam. Namun, keberhasilan adaptasi tidak hanya ditentukan oleh praktik teknis, melainkan oleh penyuluhan, kelembagaan, infrastruktur, dan akses pasar.

Secara teoritis, artikel ini berkontribusi dengan mengembangkan model adaptasi diferensial hortikultura. Secara kebijakan, hasil penelitian ini menunjukkan perlunya program adaptasi spesifik lokasi. Pemerintah tidak cukup menyediakan paket teknologi generik, tetapi perlu merancang intervensi berdasarkan risiko agroekologis. Untuk dataran tinggi, prioritas kebijakan adalah konservasi tanah dan pengendalian

Copyright © 2025 by Author/s. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

hama berbasis iklim. Untuk dataran rendah, prioritasnya adalah tata kelola air dan perlindungan dari banjir. Di kedua sistem, kelembagaan pasar dan pascapanen harus diperkuat agar adaptasi produksi benar-benar meningkatkan resiliensi pendapatan petani.

REFERENCES

- Below, T. B., Mutabazi, K. D., Kirschke, D., et al. (2012). Can farmers' adaptation to climate change be explained by socio-economic household-level variables? Global Environmental Change, 22(1), 223–235.*
- Bryan, E., Ringler, C., Okoba, B., et al. (2013). Adapting agriculture to climate change in Kenya. World Development, 47, 26–43.*
- FAO. (2023). The State of Food and Agriculture 2023. Food and Agriculture Organization.*
- IPCC. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change.*
- Kementerian Pertanian. (2025). Statistik Makro Sektor Pertanian 2025. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.*
- Sumberg, J., Giller, K. E., & Thompson, J. (2021). The politics of agricultural research for development. Outlook on Agriculture, 50(1), 10–20.*
- Thornton, P. K., Kristjanson, P., Förch, W., et al. (2018). Is agricultural adaptation possible without transformation? Global Environmental Change, 49, 10–22.*
- World Bank. (2024). Indonesia Agriculture and Climate Resilience Report. World Bank.*
- Wheeler, T., & von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. Science, 341(6145), 508–513.*
- Vermeulen, S. J., Campbell, B. M., & Ingram, J. S. I. (2012). Climate change and food systems. Annual Review of Environment and Resources, 37, 195–222.*
- Lobell, D. B., Schlenker, W., & Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production. Science, 333(6042), 616–620.*
- HLPE. (2022). Food Security and Nutrition: Building a Global Narrative Towards 2030. High Level Panel of Experts.*