DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PRODUKSI DAN PENDAPATAN PETANI PADI SAWAH DIKECAMATAN TABONGO KABUPATEN GORONTALO

JURNAL

WIRNA ANGIO
NIM. B01421030

PROGRAM STUDI AGRIBISNIS
FAKULTAS SAINS DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GORONTALO
GORONTALO
2025

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PRODUKSI DAN PENDAPATAN PETANI PADI SAWAH DI KECAMATAN TABONGO KABUPATEN GORONTALO

Wirna Angio[1], Merita Ayu Indrianti[2], Dewa Oka Suparwata[2], Yusriyah Atikah Gobel[2]
[1]Program Studi Agribisnis Universitas Muhammadiyah Gorontalo
[2]Dosen Program Studi Agribisnis Universitas Muhammadiyah Gorontalo
email: wirnangio@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi dampak perubahan iklim terhadap produksi padi dan pendapatan petani di Kecamatan Tabongo, Kabupaten Gorontalo, dengan fokus pada strategi adaptasi dan pengelolaan pasca-panen. Pendekatan campuran digunakan, menggabungkan analisis kuantitatif data survei dari 94 responden yang dipilih melalui *purposive sampling* dan analisis deskriptif tren iklim serta pertanian. Pengumpulan data meliputi observasi lapangan, wawancara terstruktur, serta variabel iklim (pola hujan, suhu) selama dua bulan (November–Desember 2024). Analisis statistik deskriptif dan MANOVA diterapkan untuk menguji hubungan antara variabel iklim, praktik pertanian, dan hasil ekonomi. Temuan menunjukkan penurunan signifikan produktivitas padi akibat kekeringan berkepanjangan dan curah hujan tidak menentu, dengan skor rata-rata pengelolaan pasca-panen (18,8) dan penerapan Praktik Pertanian Baik (*Good Agricultural Practices*/GAP) (4,6) sebagai faktor mitigasi utama. Strategi adaptasi non-struktural seperti teknik pertanian berbasis informasi iklim dan dukungan kebijakan finansial menjadi prioritas pemangku kepentingan untuk meningkatkan ketahanan. Penelitian ini menegaskan pentingnya integrasi teknologi pertanian ramah iklim, kerangka regulasi keamanan pangan, dan program penguatan kapasitas petani. Rekomendasi mencakup penguatan kolaborasi institusional, akses data iklim, serta promosi pertanian organik untuk mengurangi kerentanan akibat perubahan iklim.

Kata Kunci: Adaptasi perubahan iklim; Produksi padi; Pengelolaan pasca-panen; Praktik Pertanian Baik (GAP); Analisis MANOVA; Ketahanan pendapatan petani

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON RICE FARMERS' PRODUCTION AND INCOME IN TABONGO DISTRICT, GORONTALO REGENCY

Abstract

This study evaluates the impact of climate change on rice production and farmers' income in Tabongo District, Gorontalo Regency, focusing on adaptation strategies and post-harvest management. A mixed approach was used, combining quantitative analysis of survey data from 94 respondents selected through purposive sampling and descriptive analysis of climate and agricultural trends. Data collection included field observations, structured interviews, and climate variables (rainfall patterns, temperature) for two months (November–December 2024). Descriptive statistical analysis and MANOVA were applied to examine the relationships between climate variables, agricultural practices, and economic outcomes. Findings showed a significant decline in rice productivity due to prolonged drought and erratic rainfall, with an average score of post-harvest management (18.8) and the application of Good Agricultural Practices (GAP) (4.6) as the main mitigating factors. Non-structural adaptation strategies such as climate-informed agricultural techniques and financial policy support are priorities for stakeholders to increase resilience. This study emphasizes the importance of integrating climate-friendly agricultural technologies, food security regulatory frameworks, and farmer capacity building programs. Recommendations include

strengthening institutional collaboration, access to climate data, and promoting organic farming to reduce vulnerability to climate change.
Keywords: Climate change adaptation; Rice production; Post-harvest management; Good Agricultural Practices (GAP); MANOVA analysis; Farmers' income resilience

PENDAHULUAN

Perubahan iklim adalah masalah global yang signifikan yang sangat berdampak pada sektor pertanian, mempengaruhi ketahanan pangan, hasil panen, dan praktik pertanian. Sektor pertanian sangat rentan terhadap perubahan iklim karena ketergantungannya pada pola cuaca yang stabil. Meningkatnya suhu, perubahan curah hujan, dan peningkatan frekuensi kejadian cuaca ekstrem mengganggu praktik pertanian tradisional, yang menyebabkan penurunan produktivitas tanaman dan peningkatan aktivitas hama (Naik et al., 2024a; Thakur et al., 2024; Verma et al., 2024). Perubahan ini mengancam mata pencaharian jutaan petani di seluruh dunia dan menimbulkan risiko bagi ketahanan pangan global (Hussain et al., 2024; Vijai et al., 2023). Perubahan iklim menyebabkan pergeseran suhu dan pola curah hujan, yang mengganggu siklus panen dan mengurangi hasil. Peningkatan frekuensi kejadian cuaca ekstrem seperti banjir dan kekeringan memperburuk tekanan air dan erosi tanah, yang selanjutnya berdampak pada produktivitas pertanian. Perubahan dinamika hama dan penyakit akibat variabilitas iklim meningkatkan kerentanan tanaman (Naik et al., 2024b; Raihan, 2023).

Pertanian memang sangat rentan terhadap perubahan iklim karena ketergantungannya pada kondisi iklim seperti suhu, curah hujan, dan kelembaban. Perubahan iklim mempengaruhi produktivitas pertanian melalui perubahan pola cuaca, yang menyebabkan peningkatan frekuensi peristiwa ekstrem seperti kekeringan, banjir, dan gelombang panas, yang mengganggu praktik pertanian tradisional dan hasil panen (Naik et al., 2024b; Verma et al., 2024). Perubahan iklim ini memperburuk tekanan air, erosi tanah, dan infestasi hama, yang selanjutnya mengancam ketahanan pangan dan mata pencaharian petani secara global (K et al., 2024; Thakur et al., 2024). tatus sosial ekonomi petani, terutama di negara berkembang, terpengaruh secara signifikan karena keterbatasan sumber daya dan kapasitas adaptif. Perubahan iklim menimbulkan tantangan yang signifikan bagi pertanian, hal itu juga menghadirkan peluang untuk inovasi dan adaptasi. Beberapa daerah mungkin mengalami efek yang menguntungkan, seperti peningkatan kadar CO2 yang berpotensi meningkatkan hasil panen (Ali, 2024; Zhang et al., 2024). Kecamatan Tabongo, sebagai salah satu daerah agraris di Kabupaten Gorontalo, juga mulai merasakan dampak perubahan iklim terhadap hasil panen petani, terutama dalam komoditas agribisnis seperti padi, jagung, dan hortikultura.

Perubahan iklim berdampak signifikan pada musim tanam pertanian, sehingga menantang bagi petani untuk menentukan waktu tanam yang optimal. Pergeseran suhu, curah hujan, dan peristiwa cuaca ekstrem mengganggu praktik pertanian tradisional, mempengaruhi hasil panen dan ketahanan pangan secara global. Petani perlu beradaptasi dengan perubahan ini dengan menggunakan berbagai strategi dan teknologi (Naik et al., 2024b). Perubahan iklim memperburuk tekanan air, erosi tanah, dan dinamika hama, menimbulkan tantangan signifikan bagi produktivitas pertanian. Namun, ada peluang untuk inovasi, seperti mengembangkan varietas tanaman tahan iklim dan meningkatkan infrastruktur irigasi (Tangkesalu et al., 2024).

Perubahan iklim berdampak signifikan pada produksi pertanian, yang menyebabkan penurunan hasil dan penurunan pendapatan bagi petani. Hal ini terutama disebabkan oleh perubahan pola cuaca, seperti peningkatan suhu, curah hujan yang tidak teratur, dan peristiwa cuaca ekstrem, yang mengganggu praktik pertanian tradisional dan mengurangi kualitas dan

kuantitas tanaman. Perubahan ini tidak hanya mempengaruhi aspek fisik pertanian tetapi juga memiliki implikasi ekonomi yang mendalam, karena menyebabkan ketidakstabilan keuangan dan penurunan profitabilitas bagi petani. Akibatnya, petani menghadapi tantangan dalam mempertahankan mata pencaharian mereka dan memenuhi standar pasar untuk produk mereka. Perubahan iklim menyebabkan penurunan hasil panen karena peningkatan suhu dan perubahan pola curah hujan, mempengaruhi siklus pertumbuhan tanaman seperti jagung, beras, dan gandum (Estrada et al., 2022; Naik et al., 2024). Petani mengalami penurunan pendapatan karena hasil dan kualitas yang lebih rendah, yang mempengaruhi keberlanjutan keuangan mereka dan meningkatkan kerentanan mereka terhadap kemiskinan (Adiatma et al., 2024; Islam, 2022).

Pentingnya peran sektor pertanian dalam ekonomi lokal Kecamatan Tabongo, diperlukan kajian mendalam mengenai dampak perubahan iklim terhadap pendapatan petani dan produktivitas pertanian. Penelitian ini juga penting untuk merumuskan strategi adaptasi dan mitigasi yang tepat, agar petani dapat mengurangi risiko dan kerugian yang diakibatkan oleh perubahan iklim. Perubahan iklim bukan hanya tantangan bagi petani, tetapi juga bagi pemerintah daerah. Kajian ini diharapkan dapat memberikan masukan bagi pemerintah Kabupaten Gorontalo dalam menyusun kebijakan adaptasi perubahan iklim yang lebih tepat sasaran dan mendukung ketahanan pangan.

METODE

Pendekatan campuran digunakan, menggabungkan analisis kuantitatif data survei dari 94 responden yang dipilih melalui *purposive sampling* dan analisis deskriptif tren iklim serta pertanian. Pengumpulan data meliputi observasi lapangan, wawancara terstruktur, serta variabel iklim (pola hujan, suhu) selama dua bulan (November–Desember 2024). Analisis statistik deskriptif dan MANOVA diterapkan untuk menguji hubungan antara variabel iklim, praktik pertanian, dan hasil ekonomi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Analisis Deskriptif Variabel Penelitian

Untuk memperoleh gambaran umum mengenai respon petani terhadap perubahan iklim, dilakukan analisis deskriptif terhadap beberapa variabel yang berkaitan dengan upaya adaptasi dan antisipasi risiko dampak perubahan iklim. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kecenderungan nilai rata-rata, sebaran data, serta rentang tanggapan petani terhadap berbagai upaya yang dilakukan, khususnya dalam konteks budidaya padi sawah dan ketahanan pangan. Hasil analisis deskriptif ini disajikan dalam Tabel 6 berikut ini:

Tabel 1. Analisis Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Mean	Standart Deviasi	Median	Max	Min
Upaya meningkatkan adaptasi perubahan iklim saat ini bagi petani padi sawah	3,18	2,078895409	4	5	0
Upaya Antisipasi Resiko Dampak Perubahan Iklim Bagi Petani Padi Sawah	3,55	1,865951483	4	5	0

Upaya Antisipasi Resiko Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketersediaan Pangan Utamanya Padi	3,47	1,988953635	4	5	0
Menekan Resiko Cemaran Racun/Residu Budidaya Pada Komoditas Pangan Utamanya Padi Akibat Dampak Perubahan Iklim	2,84	2,11755856	3	5	0

Sumber: Data Primer, diolah (2025)

Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa rata-rata tertinggi sebesar 3,55 dari variabel Upaya Antisipasi Resiko Dampak Perubahan Iklim Bagi Petani Padi Sawah dengan sebaran data atau standart deviasi seesar 1,86 yang artinya nilai sebaran dari data dalam cakupan rata-rata cukup kecil. Sedangkan variabel upaya antisipasi resiko dampak perubahan iklim pada ketersediaan pangan utamanya padi memiliki rata-rata 3,47 dengan standart deviasi sebesar 1,98 yang artinya nilai sebaran dari data dalam cakupan rata-rata cukup kecil. Variabel upaya meningkatkan adaptasi perubahan iklim saat ini bagi petani padi sawah memiliki rata-rata 3,18 dengan standart deviasi sebesar 2,078 yang artinya nilai sebaran dari data dalam cakupan rata-rata cukup tinggi. Variabel upaya meningkatkan adaptasi perubahan iklim saat ini bagi petani padi sawah memiliki rata-rata 2,84 dengan standart deviasi sebesar 2,117 yang artinya nilai sebaran dari data dalam cakupan rata-rata lebih tinggi dibandingkan tiga variabel lainnya.

1. Upaya Meningkatkan Adaptasi Perubahan Iklim Saat Ini Bagi Petani Padi Sawah

Dalam upaya meningkatkan adaptasi terhadap perubahan iklim bagi petani padi sawah, penelitian ini mengevaluasi berbagai faktor yang berkontribusi terhadap ketahanan dan keberlanjutan sektor pertanian. Beberapa indikator yang dianalisis mencakup perilaku konsumsi masyarakat, kemandirian petani, adopsi teknologi, hingga ketersediaan infrastruktur pertanian. Data yang dikumpulkan memberikan gambaran mengenai sejauh mana petani dan sistem pertanian mampu beradaptasi terhadap tantangan lingkungan yang semakin dinamis. Berikut ini adalah hasil penelitian yang telah diperoleh berdasarkan berbagai indikator tersebut:

Tabel 2. Indikator Upaya Meningkatkan Adaptasi Perubahan Iklim

Indikator	Jawaban Responden					Mean	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Perilaku Konsumsi Masyarakat	0	12	21	20	37	18	13,55
Perilaku Petani dalam Usahatani	0	0	0	14	78	18,4	33,86
Kemandirian Petani Padi Sawah	0	0	12	14	65	18,2	26,97
Pendekatan Sistem Pertanian Organik	0	0	1	6	82	17,8	35,97
Pengembangan SDM Pertanian	0	0	8	27	35	14	16,11
Perluasan dan	0	1	5	25	14	9	10,51

Penguatan Akses Pasar							
Pemetaan Kelompok Tani Rentan Pangan	0	0	5	2	15	4,4	6,27
Produktivitas Tanaman Padi Sawah	0	0	0	10	71	16,2	30,94
Adopsi Petani Terhadap Teknologi	0	2	18	20	23	12,6	10,76
Sistem Peringatan Dini Terhadap Potensi Bencana / Cuaca Ekstrem Bagi Usahatani Padi	0	1	23	20	38	16,4	16,04
Ketersediaan Input Produksi	0	0	5	8	10	4,6	4,56
Ketersediaan Infrastruktur Pertanian	0	0	0	8	81	17,8	35,50
Kemitraan / Jejaring dalam Usahatani Padi	1	0	11	36	2	10	15,18
Pangan Alternatif Selain Padi	0	4	6	35	25	14	15,18
Sistem Rantai Pasok Pangan	0	4	17	36	8	13	14,32
Rata-rata						**13,62**	

Sumber: Data Primer, diolah (2025)

Berdasarkan Tabel diatas menunjukkan bahwa rata-rata dari upaya meningkatkan adaptasi perubahan iklim saat ini bagi petani padi sawah sebesar 13,62 yang termasuk dalam kategori sudah terlaksana dengan baik. Dari ke-15 indikator yang digunakan dalam mengukur upaya peningkatan adaptasi terhadap perubahan iklim terdapat faktor dengan nilai rata-rata tertinggi yaitu perilaku petani dalam usahatani dengan nilai sebesar 18,4 yang termasuk dalam kategori sangat baik. Yang artinya proses adaptasi yang dilakukan melalui perilaku petani dalam pengelolaan usahanya sehingga akan berdampak bagi petani terutama bagi petani padi. Akan tetapi indikator perluasan dan penguatan akses pasar memiliki rata-rata paling rendah yaitu 9, yang artinya petani masih belum mampu untuk menjangkau pasar yang lebih luas terlebih lagi dalam kondisi iklim yang tidak menentu, sehingga petani hanya dapat bergantung pada pasar lokal.

2. Upaya Antisipasi Resiko Dampak Perubahan Iklim Bagi Petani Padi Sawah

Perubahan iklim yang semakin nyata membawa dampak signifikan terhadap sektor pertanian, khususnya bagi petani padi sawah. Oleh karena itu, diperlukan berbagai strategi antisipatif guna mengurangi risiko dan meningkatkan ketahanan petani dalam menghadapi perubahan cuaca yang ekstrem. Penelitian ini menganalisis berbagai indikator yang berhubungan dengan adaptasi petani, termasuk akses terhadap permodalan, penguatan sumber daya manusia, penerapan teknologi, serta pengembangan infrastruktur pertanian. Berikut ini adalah hasil penelitian yang menggambarkan sejauh mana kesiapan petani dalam mengantisipasi risiko dampak perubahan iklim.

Tabel 3. Indikator Upaya Adaptasi Resiko Dampak Perubahan Perubahan Iklim

Indikator	Jawaban Responden					Mean	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Penguatan investasi sektor swasta dalam pengembangan teknologi pertanian	0	5	20	23	9	11,4	9,81
Penguatan kerjasama perbankan dan kemudahan akses permodalan petani	0	0	1	2	86	17,8	38,13
Pola nafkah ganda dengan pekerjaan tambahan bagi petani	0	0	18	25	40	16,6	17,11
Pengembangan SDM petani dalam penguasaan teknologi	0	2	21	6	49	15,6	20,40
Layanan penyuluhan spesifik iklim	0	3	17	29	33	16,4	14,86
Merancang aplikasi terkait data iklim yang mudah diadopsi petani	22	4	11	27	14	15,6	9,07
Membangun sistem peringatan dini terhadap potensi bencana / cuaca ekstrem	0	8	10	48	20	17,2	18,63
Kemudahan akses data / informasi prakiraan iklim yang akurat	0	5	18	40	27	18	35,84
Layanan kesehatan tanaman padi	0	0	0	10	69	15,8	8,64
Melatih dan mebiasakan petani dalam penggunaan jerami untuk ternak dan pupuk organic	0	0	3	5	82	18	26,14
Perluasan jejaring / akses petani terhadap input produksi	3	3	23	6	14	9,8	8,76
Peningkatan peran petani dalam pengelolaan Irigasi	0	1	5	12	62	16	21,48
Adopsi alternatif jenis komoditas tanaman baru yang lebih efisien	3	4	22	16	19	12,8	32,38
Penguasaan sistem pertanian tadah hujan	0	1	4	24	50	15,8	21,48
Peningkatan produktivitas tanaman padi	0	0	2	5	74	16,2	32,38
Peningkatan efisiensi input	3	2	7	26	10	9,6	9,71
Pengembangan sistem pola tanam	0	0	13	22	45	16	18,69
Penguasaan manajemen pasca panen	1	6	14	24	36	16,2	14,08
Penerapan Good Agricultural Practice (GAP)	4	3	3	27	8	9	10,27
Peran dan fungsi kelembagaan petani	0	1	7	14	59	16,2	24,57
Pengetahuan dan kemampuan petani dalam penanganan bencana terutama dalam sektor pertanian pangan padi	0	2	11	21	51	17	20,75
Penguasaan / adopsi sistem pertanian organic	3	1	7	42	35	17,6	19,36
Infrastruktur pertanian	0	0	0	5	86	18,2	37,96
Program subsidi pemerintah	0	3	0	1	86	18	38,03
Rata-rata						**15,45**	

Sumber: Data Primer, diolah (2025)

Berdasarkan Tabel diatas menunjukkan bahwa rata-rata dari upaya antisipasi resiko dampak perubahan iklim bagi petani padi sawah sebesar 15,45 yang termasuk dalam kategori sudah terlaksana dengan sangat baik. Dari ke-24 indikator yang digunakan dalam mengukur upaya antisipasi resiko dampak perubahan iklim bagi petani padi sawah terdapat indikator dengan nilai rata-rata tertinggi yaitu infrastruktur pertanian sebesar 18,2, yang artinya upaya yang dilakukan dalam mengantisipasi resiko dampak perubahan iklim yang dilakukan melalui infrastruktur pertanian telah dilaksanakan dengan sangat baik. Akan tetapi terdapat indikator dengan nilai rata-rata terendah yaitu *Penerapan Good Agricultural Practice* (GAP) dengan nilai rata-rata sebesar 9, hal ini menunjukkan bahwa petani masih belum melaksanakan budidaya pertanian yang ramah lingkungan dan aman untuk dikonsumsi. Selain itu masih banyak petani yang melaksanakan pertanian dengan budaya tradisional yang telah digunakan sejak lama.

3. Upaya Antisipasi Resiko Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketersediaan Pangan Utamanya Padi

Ketersediaan pangan, khususnya padi, menjadi isu krusial dalam menghadapi perubahan iklim yang semakin tidak menentu. Oleh karena itu, berbagai langkah antisipatif diperlukan guna memastikan stabilitas produksi dan distribusi pangan di tengah tantangan lingkungan yang ada. Penelitian ini mengkaji berbagai faktor yang berpengaruh terhadap ketahanan pangan, mulai dari stabilitas rantai pasok, peran kelembagaan, investasi dalam teknologi pertanian, hingga penerapan sistem pertanian berkelanjutan. Berikut ini adalah hasil penelitian yang menggambarkan sejauh mana kesiapan sektor pertanian dalam mengantisipasi dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan pangan.

Tabel 4. Indikator Upaya Adaptasi Resiko Dampak Perubahan Perubahan Iklim Terhadap Ketersediaan Pangan

Indikator	Jawaban Responden					Mean	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Menjaga stabilitas sistem rantai pasok pangan	1	2	8	48	14	14,6	19,39
Peran lembaga pemerintah terutama BULOG dalam menjaga stok pangan	0	0	7	23	59	17,8	24,87
Penguatan investasi sektor swasta dalam pengembangan teknologi pertanian	4	0	28	26	5	12,6	13,30
Keberdayaan petani dalam aspek ekonomi dan SDM	0	1	4	27	42	14,8	18,81
Perluasan jejaring / akses petani terhadap input produksi	2	0	21	18	7	9,6	9,45
Peningkatan produktivitas tanaman padi	0	0	1	9	83	18,6	36,20
Ketersediaan / cadangan air bagi sektor pertanian pangan	0	1	0	9	82	18,4	35,75
Manajemen pasca panen (penyimpanan / daya tahan)	0	1	1	4	83	17,8	36,48
Budidaya tanaman tahan air/kekeringan	1	0	2	22	67	18,4	28,66

Budidaya tanaman pangan dengan varietas yang lebih efisien	0	1	3	6	81	18,2	35,18
Peningkatan jenis tanaman yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim	0	5	3	22	57	17,4	23,73
Seleksi genetik tumbuhan yang ketat	10	13	3	3	16	9	5,87
Pemetaan potensi kelangkaan pangan dan kenaikan harga berdasarkan siklus iklim	9	13	4	3	16	9	5,61
Pemetaan kelompok petani dan kelompok tanaman paling rentan berdasarkan siklus iklim	9	6	15	0	20	10	7,78
Perluasan dan penguatan akses pangan bagi masyarakat terutama kelompok rentan	5	3	12	14	27	12,2	9,47
Standarisasi kualitas pangan layak konsumsi bebas kontaminasi	0	0	2	27	62	18,2	27,02
Peningkatan daya tahan produk pangan	0	0	3	10	75	17,6	32,35
Pemetaan potensi / jenis hama berdasarkan siklus iklim	1	2	4	12	21	8	8,46
Penerapan Good Agricultural Practice (GAP)	2	1	13	16	21	10,6	8,79
Sistem pertanian organik	0	1	2	10	80	18,6	34,55
Daya jangkau produk hasil pertanian	3	2	1	37	25	13,6	16,46
Infrastruktur pertanian	0	0	2	27	64	18,6	27,84
Program subsidi pemerintah	0	0	0	24	63	17,4	27,53
Rata-Rata						**14,82**	

Sumber: Data Primer, diolah (2025)

Berdasarkan Tabel diatas menunjukkan bahwa rata-rata dari upaya antisipasi resiko dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan pangan utamanya padi sebesar 14,82 yang termasuk dalam kategori sudah terlaksana dengan sangat baik. Dari ke-23 indikator yang digunakan dalam mengukur upaya antisipasi resiko dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan pangan utamanya padi yang memiliki rata-rata tertinggi yaitu sistem pertanian organik dengan rata-rata seesar 18,6, yang artinya petani telah melakukan upaya antisipasi resiko dampak perubahan iklim terhadap ketersediaan pangan utamanya padi dengan melaksanakan sistem pertanian organik sehingga dalam kondisi apapun petani masih mampu menghadapi krisis ketersediaan pangan. Akan tetapi juga terdapat indikator dengan nilai rata-rata terendah yaitu pemetaan potensi / jenis hama berdasarkan siklus iklim dengan nilai rata-rata seesar 8, yang artinya petani masih belum mampu mengenali jenis hama yang menyerang tanaman berdasarkan iklim yang terjadi.

4. Menekan Resiko Cemaran Racun Budidaya Pada Komoditas Pangan Utamanya Padi Akibat Dampak Perubahan Iklim

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim yang semakin signifikan, sektor pertanian, terutama dalam budidaya padi, dihadapkan pada risiko meningkatnya cemaran racun dan residu. Penelitian ini bertujuan untuk menilai berbagai praktik yang dapat diterapkan untuk menekan risiko tersebut, terutama melalui penerapan *Good Agricultural Practices* (GAP) dan manajemen pasca panen yang efektif. Melalui survei kepada responden, penelitian ini mengumpulkan data tentang pemahaman dan penerapan praktik pertanian yang baik, serta potensi dampak dari regulasi dan pengetahuan petani terhadap kualitas pangan yang dihasilkan. Tabel di bawah ini merangkum hasil survei yang dilakukan, yang mencakup berbagai indikator yang menunjukkan sejauh mana praktik-praktik ini diterapkan serta rating yang diberikan oleh responden.

Tabel 6. Indikator Resiko Cemaran Residu Racun Pada Komoditas Pangan Akibat Dampak Perubahan Iklim

Indikator	Jawaban Responden					Mean	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Penerapan Good Agricultural Practice (GAP)	6	2	10	1	4	4,6	3,58
Penerapan good handling practice (GHP)	8	0	0	12	3	4,6	5,27
Manajemen pasca panen (penyimpanan / pengemasan produk pangan)	0	0	10	3	81	18,8	35,01
Manajemen pasca panen (penjemuran /pengeringan hasil pada areal lahan)	0	0	10	5	72	17,4	30,80
Pemetaan kondisi tanah yang rentan terhadap cemaran	4	6	38	7	6	12,2	14,46
Perlunya regulasi ketersediaan pangan berkualitas yang bebas kontaminasi cemaran dari budidaya	0	0	4	27	58	17,8	25,12
Pengetahuan petani tentang cemaran lingkungan dan pengendaliannya	0	0	15	31	45	18,2	19,72
Seleksi genetik tumbuhan yang ketat	7	10	8	1	4	6	3,54
Efisiensi biaya produksi petani	4	11	19	9	16	11,8	5,89
Penguasaan metode pengendalian / karantina tanaman	10	4	15	24	36	17,8	12,54
Penggunaan input organic	10	3	3	7	57	16	23,11
Rata-Rata						**13,2**	

Sumber: Data Primer, diolah (2025)

Berdasarkan Tabel diatas menunjukkan bahwa rata-rata dari menekan resiko cemaran racun/residu budidaya pada komoditas pangan utamanya padi akibat dampak perubahan iklim sebesar 13,2 yang termasuk dalam kategori sudah terlaksana dengan sangat baik. Dari ke-11 indikator yang digunakan dalam mengukur menekan resiko cemaran racun/residu budidaya pada komoditas pangan utamanya padi akibat dampak perubahan iklim terdapat indikator dengan nilai rata-rata tertinggi sebesar 18,6 yaitu manajemen pasca panen (penyimpanan/pengemasan produk pangan), yang artinya petani sudah memiliki pengelolaan yang bagus terhadap penyimpanan produk pangan dari hasil pertanian agar tidak habis di serang hama dan perubahan iklim yang terjadi. Akan tetapi juga terdapat indikator dengan nilai rata-rata terkecil sebesar 4,6 yaitu penerapan *Good Agricultural Practice* (GAP) dan

penerapan *Good Handling Practice* (GHP) yang artinya petani masih belum mampu melaksanakan pertanian yang ramah lingkungan dan aman serta belum mampu memastikan penanganan hasil pertanian secara efisien mulai dari panen hingga ketangan konsumen.

5. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi dan Pendapatan Petani Padi Sawah di Kecamatan Tabongo

Perubahan iklim merupakan fenomena kompleks yang berdampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, khususnya di sektor pertanian. Dalam konteks Kecamatan Tabongo, studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi implikasi perubahan iklim terhadap produksi dan pendapatan petani padi sawah. Dengan menggunakan pendekatan analisis statistik, penelitian ini mengevaluasi hubungan antara variabel lingkungan yang dipengaruhi oleh perubahan iklim dan hasil pertanian. Tabel di bawah ini menyajikan data empiris yang menunjukkan hubungan tersebut, menggambarkan bagaimana faktor-faktor iklim dapat mempengaruhi produktivitas dan kesejahteraan ekonomi petani di kawasan ini. Pengukuran dampak perubahan iklim terhadap produksi dan pendapatan petani diukur menggunakan Manova. Dalam pengujian MANOVA, terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan, seperti uji Pillai's Trace, uji Roy's Largest Root,

uji Wilk's Lambda, dan uji Hotteling-Lawley. Hipotesis yang digunakan dalam uji MANOVA adalah sebagai berikut:

H0: Tidak ada pengaruh yang signifikan antara dampak perubahan iklim terhadap Produksi dan Pendapatan Petani Padi Sawah di Kecamatan Tabongo

H1: Terdapat pengaruh yang signifikan antara dampak perubahan iklim terhadap Produksi dan Pendapatan Petani Padi Sawah di Kecamatan Tabongo

Kriteria yang digunakan yaitu :

1. Ketika nilai signifikansi > 0,05 maka H1 ditolak dan H0 diterima
2. Ketika nilai signifikansi < 0,05 maka H0 ditolak dan H1 diterima

Tabel 7. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi dan Pendapatan Petani Padi Sawah di Kecamatan Tabongo

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	0.935	318.632[b]	4.000	88.000	0.000
	Wilks' Lambda	0.065	318.632[b]	4.000	88.000	0.000
	Hotelling's Trace	14.483	318.632[b]	4.000	88.000	0.000
	Roy's Largest Root	14.483	318.632[b]	4.000	88.000	0.000
DAMPAK	Pillai's Trace	0.128	1.523	8.000	178.000	0.002
	Wilks' Lambda	0.875	1.521[b]	8.000	176.000	0.002
	Hotelling's Trace	0.140	1.520	8.000	174.000	0.002
	Roy's Largest Root	0.109	2.427[c]	4.000	89.000	0.005

Sumber: Data Primer, diolah (2025)

Berdasarkan Tabel diatas menunjukkan bahwa dampak perubahan iklim memiliki dampak yang signifikan terhadap produksi dan pendapatan petani padi. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 0,002 < 0,05 atau dengan kata lain H1 diterima. yang artinya semakin tinggi dampak dari perubahan iklim maka akan semakin meningkatkan produksi dan pendapatan petani.

6. Pengembangan Solusi Terkait Adaptasi Petani terhadap Perubahan Iklim yang Terjadi

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim, dibutuhkan berbagai solusi yang dapat meningkatkan kapasitas adaptasi petani, khususnya dalam konteks pertanian padi sawah. Berbagai indikator telah dianalisis untuk menggambarkan sejauh mana respon petani terhadap alternatif solusi yang ditawarkan, mulai dari perilaku konsumsi masyarakat hingga pendekatan sistem pertanian organik dan dukungan infrastruktur. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi prioritas dan potensi solusi yang dapat dikembangkan guna memperkuat ketahanan petani terhadap dampak perubahan iklim. Rangkuman hasil pengumpulan data dan analisis deskriptif terhadap indikator-indikator tersebut disajikan dalam Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Pengembangan Solusi Terkait Adaptasi Petani terhadap Perubahan Iklim yang Terjadi

Indikator	Jawaban Responden					Mean	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Perilaku konsumsi masyarakat	0	12	21	20	37	18	13,55
Perilaku petani dalam usahatani	0	0	0	14	78	18,4	33,86
Kemandirian petani padi sawah	0	0	12	14	65	18,2	26,97
Pendekatan sistem pertanian organic	0	0	1	6	82	17,8	35,97
Ketersediaan infrastruktur pertanian	0	0	0	8	81	17,8	35,50

Sumber: Data Primer, diolah (2025)

Berdasarkan hasil analisa setiap indikator, didapatkan 5 indikator tertinggi yang diantaranya Perilaku konsumsi masyarakat, Perilaku petani dalam usahatani, Kemandirian petani padi sawah, Pendekatan sistem pertanian organik, Ketersediaan infrastruktur pertanian. Dari kelima indikator ini dapat upaya adaptasi atas terjadinya perubahan iklim, maka petani dapat melakukan pemasaran gaya hidup sehat dan cinta produk organik, pendampingan intensif berbasis praktik, Fasilitasi alat dan sistem pertanian modern yang terjangkau, **Pembentukan Koperasi Petani** untuk memperkuat posisi tawar dan kemandirian ekonomi, memulai dari integrasi pupuk organik dan rotasi tanaman sebagai langkah awal, Libatkan petani dalam pembangunan dan pemeliharaan untuk meningkatkan rasa memiliki.

Tabel 9. Pengembangan Solusi Terkait Adaptasi Petani terhadap Perubahan Iklim yang Terjadi

Indikator	Jawaban Responden					Mean	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Penguatan kerjasama perbankan dan kemudahan akses permodalan petani	0	0	1	2	86	17,8	38,13
Kemudahan akses data / informasi prakiraan iklim yang akurat	0	5	18	40	27	18	16,26
Melatih dan mebiasakan petani dalam penggunaan jerami untuk ternak dan pupuk organik	0	0	3	5	82	18	35,84
Infrastruktur pertanian	0	0	0	5	86	18,2	37,96
Program subsidi pemerintah	0	3	0	1	86	18	38,03

Sumber: Data Primer, diolah (2025)

Berdasarkan hasil analisa setiap indikator, didapatkan 5 indikator tertinggi yang diantaranya Penguatan kerjasama perbankan dan kemudahan akses permodalan petani, Kemudahan akses data / informasi prakiraan iklim yang akurat, Melatih dan mebiasakan petani dalam penggunaan jerami untuk ternak dan pupuk organik, Infrastruktur pertanian dan Program subsidi pemerintah. Dari kelima indikator ini dapat upaya Antisipasi Resiko Dampak Perubahan Iklim Bagi Petani Padi Sawah maka petani dapat melaksanakan Bekerjasama dengan bank/lembaga keuangan untuk menyediakan pinjaman berbunga rendah tanpa agunan (contoh: KUR Tani), mengakses Saluran cepat penyebaran informasi cuaca harian & prakiraan musim, mengikuti Latih langsung petani memanfaatkan jerami jadi kompos bokashi dan pakan fermentasi, melibatkan warga lokal membangun infrastruktur pertanian (jalan, irigasi, embung), dan menggunakan *e-voucher* berbasis KTP untuk subsidi pupuk/benih (seperti program e-RDKK).

Tabel 10. Pengembangan Solusi Terkait Adaptasi Petani terhadap Perubahan Iklim yang Terjadi

Indikator	Jawaban Responden					Mean	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Peningkatan produktivitas tanaman padi	0	0	1	9	83	18,6	36,20
Ketersediaan / cadangan air bagi sektor pertanian pangan	0	1	0	9	82	18,4	35,75
Budidaya tanaman tahan air/kekeringan	1	0	2	22	67	18,4	28,66
Sistem pertanian organik	0	1	2	10	80	18,6	34,55
Infrastruktur pertanian	0	0	2	27	64	18,6	27,84

Sumber: Data Primer, diolah (2025)

Berdasarkan hasil analisa setiap indikator, didapatkan 5 indikator tertinggi yang diantaranya Peningkatan produktivitas tanaman padi, Ketersediaan / cadangan air bagi sektor pertanian pangan, Budidaya tanaman tahan air/kekeringan, Sistem pertanian organik, Infrastruktur pertanian. Dari kelima indikator ini dapat upaya Antisipasi Resiko Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketersediaan Pangan Utamanya Padi maka petani dapat melakukan Gunakan varietas padi unggul yang tahan hama dan cepat panen (misal: Inpari 32, Ciherang, IR 64). Pembuatan Embung dan Sumur Resapan: Untuk menampung air hujan dan digunakan saat musim kemarau. Pengelolaan air mikro seperti parit, guludan, dan penggunaan mulsa untuk menjaga kelembaban, Kombinasikan pupuk organik dengan anorganik di awal, lalu perlahan alihkan ke organik penuh, Disiapkan Gudang dan cool storage komunal secara kolektif oleh kelompok tani untuk menjaga hasil panen tetap segar

Tabel 12. Pengembangan Solusi Terkait Adaptasi Petani terhadap Perubahan Iklim yang Terjadi

Indikator	Jawaban Responden					Mean	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
Manajemen pasca panen (penyimpanan / pengemasan produk pangan)	0	0	10	3	81	18,8	35,01
Manajemen pasca panen (penjemuran /pengeringan hasil pada areal lahan)	0	0	10	5	72	17,4	30,80
Perlunya regulasi ketersediaan pangan berkualitas yang bebas kontaminasi cemaran dari budidaya	0	0	4	27	58	17,8	25,12
Pengetahuan petani tentang cemaran lingkungan dan pengendaliannya	0	0	15	31	45	18,2	19,72
Penguasaan metode pengendalian / karantina tanaman	10	4	15	24	36	17,8	12,54

Sumber: Data Primer, diolah (2025)

Berdasarkan hasil analisa setiap indikator, didapatkan 5 indikator tertinggi yang diantaranya Manajemen pasca panen (penyimpanan / pengemasan produk pangan), Manajemen pasca panen (penjemuran /pengeringan hasil pada areal lahan), Perlunya regulasi ketersediaan pangan berkualitas yang bebas kontaminasi cemaran dari budidaya, Pengetahuan petani tentang cemaran lingkungan dan pengendaliannya, Penguasaan metode pengendalian / karantina tanaman. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketersediaan Pangan Utamanya Padi maka petani dapat melakukan pengajaran pada petani dan UMKM cara pengemasan kedap udara, anti-lembab, dan ramah lingkungan, mengunakan alas plastik UV atau lantai semen agar hasil bersih dan kering merata. mendorong penerapan *Good Agricultural Practices (GAP)* dan *Sertifikasi Organik*, Pelatihan partisipatif tentang dampak limbah dan cara mitigasinya, melakukan teknik kombinasi antara biologi, mekanik, dan kimiawi ringan.

Pembahasan

Penelitian mengenai upaya peningkatan adaptasi perubahan iklim bagi petani padi sawah menunjukkan bahwa terdapat berbagai usaha yang dilakukan oleh petani untuk menghadapi tantangan ini. Rata-rata nilai dari upaya adaptasi yang dicapai adalah 13,62, yang menunjukkan bahwa secara umum, petani telah melaksanakan program adaptasi dengan baik. Terutama, perilaku petani dalam mengelola usaha tani mendapatkan penilaian tertinggi (18,4), menandakan bahwa mereka lebih siap dalam mengimplementasikan praktik pertanian yang diperlukan di tengah perubahan iklim. Hal ini sejalan dengan temuan (Neil Adger et al.,

2005) yang menyatakan bahwa kemampuan petani dalam mengadaptasi praktik pertanian sangat dipengaruhi oleh pengetahuan dan sikap mereka terhadap perubahan yang terjadi.

Di sisi lain, indikator perluasan dan penguatan akses pasar menunjukkan nilai terendah (9), yang mencerminkan keterbatasan kemampuan petani untuk menjangkau konsumen di luar pasar lokal. Keterbatasan ini menyebabkan petani semakin terpuruk dalam kondisi ketidakpastian iklim, di mana mereka hanya dapat mengandalkan pasar lokal yang stabil. Menurut FAO (2020), akses pasar yang baik menjadi salah satu kunci untuk menciptakan ketahanan pangan yang berkelanjutan, sehingga penting bagi kebijakan pertanian untuk tidak hanya fokus pada produksi, tetapi juga memperhatikan rantai pasok dan distribusi hasil pertanian.

Perubahan iklim telah menjadi tantangan utama bagi sektor pertanian, terutama bagi petani padi sawah yang bergantung pada pola cuaca yang stabil. (Bertoglio et al., 2021) menekankan bahwa adaptasi terhadap perubahan iklim tidak hanya bergantung pada pengetahuan petani, tetapi juga pada dukungan infrastruktur dan akses terhadap teknologi pertanian yang lebih baik. Penelitian menunjukkan bahwa pelatihan dan pendampingan teknis dalam penerapan teknologi terbaru dapat meningkatkan kemampuan petani untuk mengelola risiko dan beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Dalam penelitian ini, pelatihan tentang pengelolaan hama dan pemanfaatan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap kondisi ekstrem harus menjadi prioritas utama bagi kebijakan pertanian. Sementara itu, dalam konteks antisipasi risiko dampak perubahan iklim, hasil penelitian mencerminkan rata-rata yang cukup baik (15,45). Infrastruktur pertanian mencapai nilai tertinggi (18,2), menunjukkan bahwa pembangunan infrastruktur yang memadai berkontribusi besar terhadap efektivitas antisipatif petani. Infrastruktur yang baik dapat meningkatkan efisiensi produksi dan memperkuat posisi tawar petani dalam pasar. Hal ini selaras dengan penelitian oleh (IntergovernmIPCC), 2023)yang menekankan bahwa infrastruktur yang baik sangat diperlukan untuk membangun daya tahan terhadap dampak perubahan iklim.

Dengan meningkatnya risiko akibat perubahan iklim, penting bagi para petani untuk terus menyesuaikan diri dengan praktik yang lebih berkelanjutan. Penerapan *Good Agricultural Practice* (GAP) mendapatkan nilai terendah (9) dalam penelitian ini, menunjukkan bahwa banyak petani masih enggan untuk mengubah cara pengelolaan pertanian mereka menuju praktik yang lebih ramah lingkungan. Menurut FAO (2020), penerapan GAP sangat penting untuk menjaga kualitas pangan dan lingkungan, mengurangi limbah, serta meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan.

Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa upaya antisipatif yang dilakukan petani berpengaruh besar terhadap ketersediaan pangan, utamanya padi. Peneliti menemukan bahwa sistem pertanian organik meraih nilai tertinggi (18,6), yang menunjukkan bahwa dalam kondisi yang tidak menentu, petani masih mampu beradaptasi dengan merangkul praktik pertanian yang lebih alami dan berkelanjutan. Menurut Tilman et al. (2011), sistem pertanian organik tidak hanya membantu dalam meningkatkan ketahanan pangan, tetapi juga berkontribusi terhadap keberlanjutan ekosistem.

Namun, salah satu tantangan yang dihadapi petani adalah kurangnya pemetaan potensi hama yang rendah (8), yang menunjukkan bahwa petani belum sepenuhnya memahami bagaimana perubahan iklim dapat memengaruhi pola serangan hama. Hasil ini menggarisbawahi kebutuhan akan pendidikan lebih lanjut bagi petani mengenai pentingnya pengelolaan hama dan penyakit dalam konteks pertanian adaptif. Sebuah studi oleh Olesen dan Bindi (2002) menyebutkan bahwa perubahan iklim akan berpengaruh pada pola penyebaran hama dan penyakit, yang membutuhkan perhatian lebih dari petani. Serta termasuk kurangnya akses terhadap teknologi dan informasi yang diperlukan untuk menerapkan praktik pertanian berkelanjutan. Penelitian oleh Lo et al. (2020) menunjukkan bahwa terdapat kesenjangan signifikan antara petani kecil dan petani besar dalam hal akses

terhadap informasi serta sumber daya teknologi. Peningkatan literasi digital di kalangan petani kecil sangat diperlukan agar mereka bisa berpartisipasi dalam transformasi digital ini, dengan dukungan dari pemerintah dan lembaga non-pemerintah yang memberikan pelatihan dan akses ke infrastruktur yang memadai.

Akhirnya, dampak perubahan iklim terhadap produksi dan pendapatan petani padi sawah di kawasan penelitian menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih terintegrasi dalam kebijakan pertanian. Menurut Chen et al. (2022), upaya kolaboratif antara pemerintah, lembaga riset, dan komunitas lokal dapat memperkuat ketahanan pangan dalam menghadapi perubahan iklim. Pendekatan holistik ini tidak hanya memperhatikan aspek teknis dan produksi, tetapi juga kesejahteraan ekonomi petani, pendidikan, dan pengembangan kapasitas komunitas. Dengan sinergi di berbagai sektor, ketahanan pangan dapat terjamin, bahkan dalam menghadapi tantangan yang terus berubah akibat perubahan iklim. Pengetahuan tentang cemaran lingkungan dan pengendalian yang tepat menjadi tidak hanya penting untuk meminimalkan risiko terhadap hasil pertanian, tetapi juga untuk menjaga kesehatan konsumen. Dalam hal ini, sinergi antara pemerintah, swasta, dan masyarakat sangat krusial untuk menciptakan ekosistem pertanian yang lebih tangguh dan responsif terhadap perubahan iklim.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Petani padi sawah di Kecamatan Tabongo telah melakukan beberapa upaya antisipasi terhadap risiko perubahan iklim yang berdampak pada aktivitas pertanian mereka. Dari indikator yang diteliti, upaya yang telah dilaksanakan tergolong baik, dengan rata-rata skor yang menunjukkan telah adanya adaptasi yang cukup baik dalam pengelolaan usahatani dan peningkatan produktivitas. Namun, indikator akses pasar menunjukkan masih adanya keterbatasan yang dihadapi petani dalam menjangkau pasar yang lebih luas. Ketersediaan infrastruktur dan teknologi juga perlu ditingkatkan untuk mendukung upaya adaptasi yang lebih efektif.
2. Perubahan pola curah hujan yang ekstrem, seperti musim kemarau yang panjang dan musim hujan yang singkat, memiliki dampak signifikan terhadap produksi padi sawah dan pendapatan petani di Kecamatan Tabongo dalam beberapa tahun terakhir. Dengan curah hujan yang tidak menentu, produktivitas tanaman padi berisiko menurun dan hal ini berdampak langsung terhadap pendapatan petani. Pelaksanaan praktik pertanian yang ramah lingkungan dan penerapan teknologi pertanian modern menjadi keharusan dalam menghadapi tantangan ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Pimpinan Fakultas dan Rektorat Universitas Muhammadiyah Gorontalo atas dukungan dalam peningkatan penelitian dan publikasi ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

Adiatma, T., Irianto, O., Hyronimus, D., & Kuntag, J. R. (2024). IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON FINANCIAL SUSTAINABILITY IN AGRICULTURAL INDUSTRIES. *AGROLAND The Agricultural Sciences Journal (e-Journal)*, *11*(1), 144–151. https://doi.org/10.22487/agroland.v11i1.2064

Ali, G. (2024). Climate Change and Agricultural Productivity. In *Food Security in the Developing World* (pp. 45–94). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119265214.ch4

Bertoglio, R., Corbo, C., Renga, F. M., & Matteucci, M. (2021). The Digital Agricultural Revolution: A Bibliometric Analysis Literature Review. *IEEE Access*, *9*, 134762–134782. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3115258

Estrada, F., Mendoza-Ponce, A., Calderón-Bustamante, O., & Botzen, W. (2022). Impacts and Economic Costs of Climate Change on Mexican Agriculture. *Regional Environmental Change*, *22*(4), 126. https://doi.org/10.1007/s10113-022-01986-0

Fekri, E. R. P. (2018). PENGENDALIAN DAMPAK PERUBAHAN IKLIM MELALUI PROGRAM KAMPUNG IKLIM DI PULAU LIKI, KABUPATEN SARMI, PROVINSI PAPUA. *Jurnal Wilayah Dan Kota*, *5*(01), 27–31. https://doi.org/10.34010/jwk.v5i01.2155

Habib-ur-Rahman, M., Ahmad, A., Raza, A., Hasnain, M. U., Alharby, H. F., Alzahrani, Y. M., Bamagoos, A. A., Hakeem, K. R., Ahmad, S., Nasim, W., Ali, S., Mansour, F., & EL Sabagh, A. (2022). Impact of climate change on agricultural production; Issues, challenges, and opportunities in Asia. *Frontiers in Plant Science*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.925548

Hussain, S., Sharif, U., Hadeed, M. Z., Raza, A., Aman, M. K., Safdar, M., Habib, N., & Munir, M. (2024). *Recent Approaches for Mitigating Climate Change in Agriculture* (pp. 114–132). https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3807-0.ch010

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

Islam, M. (2022). Impacts of Climate Change on Household Income Level of the Farmers: The Case of Sarayonu District of Konya Province in Turkey. *Adam Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, *12*(2), 349–367. https://doi.org/10.31679/adamakademi.1082242

K, N. K., Yadav, H. S., & Bag, A. G. (2024). Physical Consequences of Climate Change on Agriculture: Causes and Effects. *International Journal of Plant & Soil Science*, *36*(6), 213–229. https://doi.org/10.9734/ijpss/2024/v36i64624

Loo, Y. Y., Billa, L., & Singh, A. (2015). Effect of climate change on seasonal monsoon in Asia and its impact on the variability of monsoon rainfall in Southeast Asia. *Geoscience Frontiers*, *6*(6), 817–823. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2014.02.009

Mustikaningrum, D. (2024). Perceptions of Rice Farmers Regarding Climate Change Impact and Potential Adaptation STRATEGY: Case Study of Plumpang Subdistrict, Tuban Regency. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (JEPA)*, *9*(1). https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2025.009.01.8

Naik, A., Jogi, M., & B V, S. (2024a). Assessing the Impact of Climate Change on Global Crop Yields and Farming Practices. *Archives of Current Research International*, *24*(5), 696–712. https://doi.org/10.9734/acri/2024/v24i5743

Naik, A., Jogi, M., & B V, S. (2024b). Assessing the Impact of Climate Change on Global Crop Yields and Farming Practices. *Archives of Current Research International*, *24*(5), 696–712. https://doi.org/10.9734/acri/2024/v24i5743

Neil Adger, W., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful Adaptation to Climate Change across Scales. *Global Environmental Change*, *15*(2), 77–86. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005

Raihan, A. (2023). A review of the Global Climate Change Impacts, Adaptation Strategies, and Mitigation Options in the Socio-Economic and Environmental Sectors. *Journal of Environmental Science and Economics*, *2*(3), 36–58. https://doi.org/10.56556/jescae.v2i3.587

Ryke Nandini Budi Hadi Narendra, B., Penelitian Kehutanan Mataram, B., Dharma Bhakti No, J., Langko, D., Lingsar, K., & Lombok Barat, K. (2011). *KAJIAN PERUBAHAN CURAH HUJAN, SUHU DAN TIPE IKLIM PADA ZONE EKOSISTEM DI PULAU LOMBOK (Study of Rainfall, Temperature and Type of Climate Change in Lombok Island Ecosystem Zone)*.

Sartika, D., Fatmasari, R., Junais, I., & Ashari, A. (2024). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Tingkat Pendapatan Rumah Tangga Petani Padi Di Desa Karama Kecamatan Rilau Ale Kabupaten Bulukumba. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, *12*(1), 66. https://doi.org/10.24843/JRMA.2024.v12.i01.p07

Sinaga, P., Sipayung, A., Fauziah, A., Simanjuntak, P., Sidauruk, T., Geografi, P., Sosial, I., Medan, U. N., William, J., Ps, I. V, Baru, K., Percut, K., Tuan, S., Serdang, D., & Utara, S. (2024). Dampak Perubahan Iklim terhadap Penurunan Pendapatan Petani. *Journal on Education*, *06*(04), 22097–22103.

Tangkesalu, D., Rasyid, H., Asiri, A. M., Hidayat, Y., & Nurunnisa, M. (2024). Assessing the Influence of Climate Change on Agricultural Yields and Crafting Farmer-Centric Adaptation Strategies: A Policy-oriented Agricultural Analysis. *Global International Journal of Innovative Research*, *2*(1). https://doi.org/10.59613/global.v2i1.51

Thakur, Y., Sharma, A., & Sharma, V. K. (2024). A Review on the Relationship of Climate Variability and Extremes with Crop Production. *International Journal of Environment and Climate Change*, *14*(4), 513–529. https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i44136

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(50), 20260–20264. https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108

Verma, K. K., Song, X., Kumari, A., Jagadesh, M., Singh, S. K., Bhatt, R., Singh, M., Seth, C. S., & Li, Y. (2024). Climate Change Adaptation: Challenges for Agricultural Sustainability. *Plant, Cell & Environment*. https://doi.org/10.1111/pce.15078

Vijai, C., Wisetsri, W., & Elayaraja, M. (2023). Climate Change and its Impact on Agriculture. *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*, *11*(4), 1–8. https://doi.org/10.25303/1104ijasvm0108

Wijayanti, W. P. (2013). Peluang Pengelolaan Sampah Sebagai Strategi Mitigasi dalam Mewujudkan Ketahanan Iklim Kota Semarang. *JURNAL PEMBANGUNAN WILAYAH & KOTA*, *9*(2), 152. https://doi.org/10.14710/pwk.v9i2.6531

Zhang, C., Lyu, C., Hao, T., Liu, J., Sarhan, N., Awwad, E. M., & Ghadi, Y. Y. (2024). Global Warming's Grip on Agriculture: Strategies for Sustainable Production Amidst Climate Change using Regression Based Prediction. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *36*, 1–10. https://doi.org/10.3897/ejfa.2024.125630