

EVALUASI SUHU DAN KELEMBAPAN UDARA TERHADAP PRODUKTIVITAS PADI DAN UBI KAYU DI KABUPATEN SERDANG BEDAGAI

Dela Arinda^{1*}, M. Izhar², Annida Fauziyyatul Afifi³, & Safrizal⁴

^{1,2,&4}Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Satya Terra Bhinneka, Jalan Sunggal Gang Bakul, Medan, Sumatera Utara 20128, Indonesia

³Forest Watch Indonesia, Jalan Sempur Kaler Nomor 62, Bogor, Jawa Barat 16129, Indonesia

*Email: delearinda@satyaterrabhinneka.ac.id

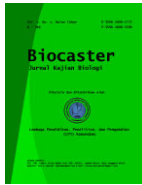
Submit: 25-04-2026; Revised: 06-05-2026; Accepted: 08-05-2026; Published: 01-07-2026

ABSTRAK: Perubahan unsur-unsur iklim seperti suhu udara dan kelembapan udara berpotensi memengaruhi produktivitas tanaman pangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan dan pengaruh suhu rata-rata, suhu maksimum, suhu minimum, serta kelembapan udara terhadap produktivitas padi dan ubi kayu di Kabupaten Serdang Bedagai periode 2014–2023. Data produktivitas diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), sedangkan data suhu dan suhu titik embun berasal dari ERA5 yang dikembangkan oleh *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMRWF). Kelembapan udara dihitung menggunakan persamaan *Magnus–Tetens*. Analisis dilakukan dengan korelasi dan regresi linier berganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara faktor iklim dan produktivitas tanaman cenderung lemah hingga sedang. Pada padi, suhu udara minimum berkorelasi negatif sedang ($r = -0,54$), sedangkan kelembapan berkorelasi positif cukup kuat ($r = 0,68$). Pada ubi kayu, suhu udara minimum berkorelasi negatif lemah ($r = -0,32$), sedangkan kelembapan berkorelasi positif sedang ($r = 0,55$). Hasil regresi menunjukkan bahwa faktor iklim secara simultan tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas padi ($p = 0,573$; $R^2 = 0,39$) maupun ubi kayu ($p = 0,483$; $R^2 = 0,446$). Temuan ini menunjukkan bahwa suhu udara dan kelembapan udara memberikan kontribusi yang terbatas dan belum menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap produktivitas tanaman di Kabupaten Serdang Bedagai.

Kata Kunci: Korelasi, Produktivitas, Regresi Linier Berganda, Tanaman Pangan, Unsur-unsur Iklim.

ABSTRACT: Changes in climate elements such as air temperature and humidity have the potential to affect food crop productivity. This study aims to analyze the relationship and influence of average temperature, maximum temperature, minimum temperature, and air humidity on rice and cassava productivity in Serdang Bedagai Regency for the period 2014–2023. Productivity data were obtained from the Central Statistics Agency (BPS), while temperature and dew point data came from ERA5 developed by the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMRWF). Air humidity was calculated using the *Magnus–Tetens* equation. The analysis was carried out using correlation and multiple linear regression. The results showed that the relationship between climate factors and crop productivity tended to be weak to moderate. In rice, minimum air temperature had a moderate negative correlation ($r = -0.54$), while humidity had a fairly strong positive correlation ($r = 0.68$). In cassava, minimum air temperature had a weak negative correlation ($r = -0.32$), while humidity had a moderate positive correlation ($r = 0.55$). The regression results indicate that climate factors simultaneously had no significant effect on rice productivity ($p = 0.573$; $R^2 = 0.39$) or cassava ($p = 0.483$; $R^2 = 0.446$). This finding suggests that air temperature and humidity make limited contributions and have not yet demonstrated a statistically significant effect on crop productivity in Serdang Bedagai Regency.

Keywords: Correlation, Productivity, Multiple Linear Regression, Food Crops, Climate Elements.



How to Cite: Arinda, D., Izhar, M., Afifi, A. F., & Safrizal, S. (2026). Evaluasi Suhu dan Kelembapan Udara terhadap Produktivitas Padi dan Ubi Kayu di Kabupaten Serdang Bedagai. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 6(3), 1196-1209. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v6i3.1317>



Biocaster : Jurnal Kajian Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global merupakan isu krusial yang berdampak terhadap sektor pertanian melalui perubahan unsur iklim, seperti suhu udara dan kelembapan. Peningkatan suhu rata-rata global serta frekuensi kejadian suhu ekstrem memengaruhi produktivitas tanaman pangan di wilayah yang menjadi sentra produksi pangan. Kenaikan suhu berkontribusi pada penurunan produktivitas tanaman pangan dengan respons yang bervariasi antar wilayah dan kondisi lingkungan (Xing *et al.*, 2024). Kenaikan suhu di atas ambang batas optimum dapat menurunkan biomassa, penyerapan hara, dan penurunan hasil panen (Niyomugabo *et al.*, 2024). Selain suhu udara, kelembapan udara berperan dalam mengatur laju evapotranspirasi dan keseimbangan air tanaman, sehingga menjadi faktor penting dalam menentukan produktivitas tanaman (Karimzadeh *et al.*, 2025).

Tanaman padi (*Oryza sativa*) memiliki sensitivitas yang signifikan terhadap perubahan suhu, terutama pada fase generatif. Suhu ekstrem dapat mengganggu proses anthesis dan pengisian bulir. Kondisi suhu optimum untuk pertumbuhan padi berada pada kisaran 25°C-32°C, dengan variasi tergantung fase pertumbuhan, yaitu sekitar 26°C-28°C pada fase vegetatif dan 22°C-27°C pada fase pengisian bulir. Suhu yang melebihi ambang optimum dapat menyebabkan stres panas yang menurunkan fertilitas bunga dan hasil gabah (Tu *et al.*, 2022). Sebaliknya, ubi kayu (*Manihot esculenta*) menunjukkan resiliensi yang lebih tinggi terhadap kondisi *marginal*, termasuk cekaman kekeringan dan paparan suhu tinggi, sehingga dikategorikan sebagai tanaman adaptif terhadap perubahan iklim (Charles, 2024). Penelitian Okoma *et al.* (2025) menunjukkan bahwa variabilitas iklim dapat memengaruhi dinamika pertumbuhan dan produktivitas ubi kayu melalui interaksi kompleks antara suhu dan kelembapan udara yang memengaruhi efisiensi fotosintesis.

Penelitian terkait hubungan unsur iklim dan produktivitas tanaman umumnya menitikberatkan pada satu unsur iklim, seperti suhu atau curah hujan, tanpa mempertimbangkan interaksi antarvariabel iklim lainnya (Handhayani *et al.*, 2026). Selain itu, juga berfokus pada satu jenis komoditas tanaman. Kajian mengenai ubi kayu masih terbatas dibandingkan dengan padi, serta analisis komparatif antara kedua komoditas tersebut dalam satu kerangka analisis yang sama masih jarang dilakukan (Moreno-Cadena *et al.*, 2021).

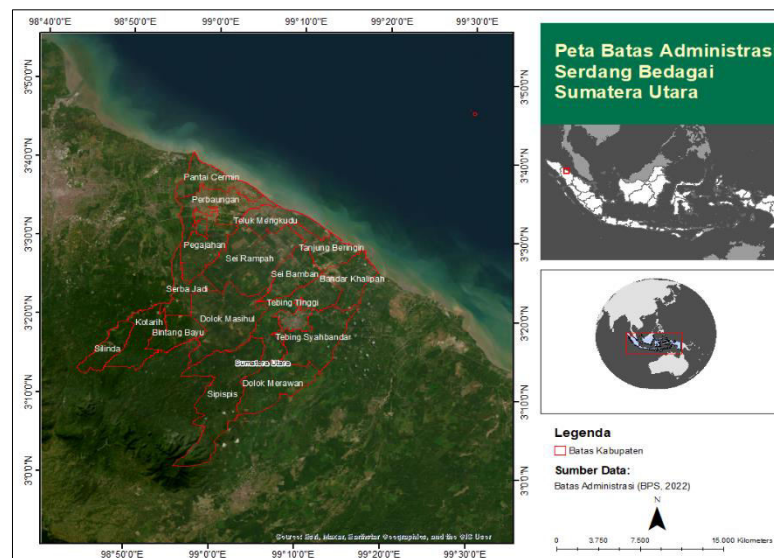
Kabupaten Serdang Bedagai (Sumatera Utara) merupakan wilayah strategis dalam produksi tanaman pangan, khususnya padi dan ubi kayu (BPS, 2025). Namun, kajian empiris yang menghubungkan faktor iklim dengan produktivitas tanaman di wilayah ini masih terbatas. Selain itu, belum adanya penelitian yang mengintegrasikan parameter suhu rata-rata, suhu maksimum, suhu *Uniform Resource Locator:* <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/biocaster> 1197

minimum, dan kelembapan udara secara simultan, interaksi antar faktor iklim tersebut berpotensi memberikan pengaruh yang lebih kompleks terhadap produktivitas tanaman dibandingkan jika dianalisis secara parsial (Chen *et al.*, 2025). Kebaruan pada penelitian ini adalah menganalisis simultan pengaruh unsur-unsur iklim terhadap produktivitas dua komoditas strategis, yaitu padi dan ubi kayu dengan pendekatan korelasi dan regresi menggunakan data runtun waktu periode 2014–2023. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh suhu rata-rata, suhu maksimum, suhu minimum, dan kelembapan udara terhadap produktivitas tanaman padi dan ubi kayu di Kabupaten Serdang Bedagai pada periode 2014–2023.

METODE

Wilayah Kajian Penelitian

Kabupaten Serdang Bedagai terletak pada koordinat 3,02°–3,77° LU dan 98,73°–99,31° BT, dengan ketinggian wilayah 0-500 mdpl, serta luas sekitar 1.900,22 km². Peta wilayah kajian ditampilkan pada Gambar 1.



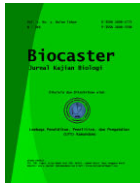
Gambar 1. Peta Kabupaten Serdang Bedagai.

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan analisis statistik inferensial melalui metode korelasi dan regresi. Tujuannya adalah untuk menganalisis hubungan serta pengaruh suhu udara dan kelembapan udara terhadap produktivitas tanaman padi dan ubi kayu menggunakan data deret waktu (*time series*) selama periode 2014–2023.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini Microsoft Excel untuk tabulasi data, *Google Earth Engine* (GEE) digunakan untuk mengakses data suhu dan suhu titik embun dari ERA5, ArcMap 10.8 untuk pemetaan wilayah kajian, serta RStudio untuk analisis statistik dan penyajian data. Data yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.



Tabel 1. Data dan Sumber Data yang Digunakan pada Penelitian.

No.	Jenis Data	Sumber Data
1	Data iklim: 2m <i>temperature</i> (suhu udara) dan 2m <i>dew point temperature</i> (suhu titik embun).	ERA5 reanalysis dengan resolusi spasial 0.25° https://cds.climate.copernicus.eu/
2	Produktivitas padi dan ubi kayu	BPS Kabupaten Serdang Bedagai

Analisis Data

Data suhu udara dan suhu titik embun Kabupaten Serdang Bedagai diperoleh dari *copernicus climate data store*, diperoleh dari dataset <https://cds.climate.copernicus.eu/> yang diakses melalui platform *Google Earth Engine* (GEE). Wilayah kajian dibatasi menggunakan koordinat geografis Kabupaten Serdang Bedagai dalam bentuk *bounding box* (3,02°–3,77° LU dan 98,73°–99,31° BT).

Unsur iklim yang digunakan adalah suhu udara dan suhu titik embun pada ketinggian 2 meter dengan resolusi temporal per jam untuk periode 2014–2023. Dari data tersebut, dipilih tiga waktu observasi, yaitu pukul 07.00, 13.00, dan 17.00 yang merepresentasikan kondisi suhu pagi, siang, dan sore, sehingga dapat menggambarkan variasi diurnal suhu udara secara representatif. Data suhu yang semula dalam satuan kelvin dikonversi menjadi derajat *celcius*. Estraksi nilai suhu dilakukan menggunakan fungsi *reduce region* dengan *reducer mean* pada setiap citra. Nilai rata-rata spasial suhu udara diperoleh dengan fungsi tersebut dengan resolusi spasial sekitar 11 km .

Hasil ekstraksi disusun dalam format data tabular (.csv) yang mencakup informasi tanggal, waktu pengamatan, dan nilai suhu udara. Data tersebut diolah melalui proses agregasi temporal menggunakan *Microsoft Excel* dengan menggunakan *pivot table* untuk memperoleh nilai rata-rata tahunan pada masing-masing unsur iklim. Kelembapan relatif dihitung menggunakan formulasi turunan dari persamaan *Magnus–Tetens* (Hernandez-Torres *et al.*, 2024). Persamaan *Magnus–Tetens* digunakan dalam bentuk *invers* untuk memperoleh kelembapan relatif dari data suhu udara dan suhu titik embun sebagai berikut:

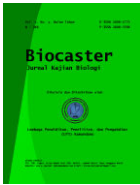
$$\text{Kelembapan Relatif} = 100 \times \exp\left(\frac{17.269 \times T_d}{273.3 + T_d} - \frac{17.269 \times T}{273.3 + T}\right)$$

Keterangan:

T = Suhu udara; dan

Td = Suhu titik embun.

Analisis korelasi digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan dan arah hubungan antara faktor iklim dan produktivitas tanaman (Conradt, 2022). Dalam penelitian ini, analisis korelasi dilakukan untuk mengkaji hubungan antara suhu rata-rata, suhu maksimum, suhu minimum, serta kelembapan udara dengan produktivitas tanaman padi dan ubi kayu. Sebelum analisis korelasi, dilakukan uji normalitas data menggunakan uji *Shapiro–Wilk* melalui perangkat lunak *RStudio* untuk menentukan metode korelasi yang tepat. Data yang berdistribusi normal dianalisis menggunakan korelasi *Pearson*, sedangkan data yang tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan korelasi *Spearman* (Karch *et al.*, 2024). Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa variabel suhu rata-rata, suhu maksimum, suhu



minimum, kelembapan udara, dan produktivitas padi berdistribusi normal, sehingga dianalisis menggunakan korelasi *Pearson*. Sementara itu, produktivitas ubi kayu tidak berdistribusi normal, sehingga dianalisis menggunakan korelasi *Spearman*.

Nilai koefisien korelasi (r) berada pada rentang -1 hingga 1, dimana tanda menunjukkan arah hubungan, sedangkan besarnya mencerminkan kekuatan hubungan antarvariabel. Nilai yang mendekati 1 menunjukkan hubungan positif yang kuat, nilai yang mendekati -1 menunjukkan hubungan negatif yang kuat, dan nilai yang mendekati 0 menunjukkan hubungan yang lemah atau tidak ada hubungan (Profillidis & Botzoris, 2019). Persamaan korelasi *Pearson* dan korelasi *Spearman* adalah sebagai berikut (De Winter *et al.*, 2016):

$$r_p = \frac{\sum_{i=1}^N x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N x_i^2 \sum_{i=1}^N y_i^2}}$$

Keterangan:

r_p = Koefisien korelasi *Pearson*;

x_i = Nilai variabel pertama pada pengamatan ke - I;

y_i = Nilai variabel kedua pada pengamatan ke - I;

N = Jumlah data; dan

Σ = Simbol penjumlahan dari $i = 1$ sampai N.

$$r_s = \frac{\sum_{i=1}^N x_{i,r} y_{i,r}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N x_i^2 \sum_{i=1}^N y_i^2}}$$

Keterangan:

r_s = Koefisien korelasi *Spearman*;

$x_{i,r}$ = Peringkat variabel pertama pada pengamatan ke-(i);

$y_{i,r}$ = Peringkat variabel kedua pada pengamatan ke-(i);

N = Jumlah data; dan

Σ = Simbol penjumlahan dari $i = 1$ sampai N.

Analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengukur pengaruh faktor-faktor iklim terhadap produktivitas tanaman, baik secara parsial maupun simultan. Sebelum dilakukan interpretasi model, terlebih dahulu dilakukan uji asumsi klasik terhadap residual regresi yang meliputi uji normalitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk test* dengan kriteria data berdistribusi normal apabila nilai *p-value* > 0,05. Uji multikolinearitas dilakukan dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF), tidak terjadi multikolinearitas apabila VIF < 10. Uji heteroskedastisitas dilakukan menggunakan uji *Breusch-Pagan test* dengan kriteria tidak terjadi heteroskedastisitas apabila nilai *p-value* > 0,05. Uji autokorelasi dilakukan menggunakan *Durbin-Watson test* dengan kriteria tidak terjadi autokorelasi apabila nilai statistik *Durbin-Watson test* berada pada kisaran 1,5-2,5. Uji asumsi klasik tersebut dilakukan dengan menggunakan *RStudio*. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa model regresi memenuhi asumsi-asumsi dasar, sehingga hasil analisis yang diperoleh valid dan dapat diinterpretasikan secara tepat (Mardiatmoko, 2024). Model regresi yang digunakan dalam penelitian ini dinyatakan sebagai berikut (Li *et al.*, 2025).

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + + \beta_4x_4 + \varepsilon$$

Keterangan:

Y = Variabel dependen (Produktivitas padi/ubi kayu);

β_0 = Konstanta;

$\beta_{1,2,3,4}$ = Koefisien regresi;

X_1 = Suhu rata-rata;

X_2 = Suhu maksimum;

X_3 = Suhu minimum;

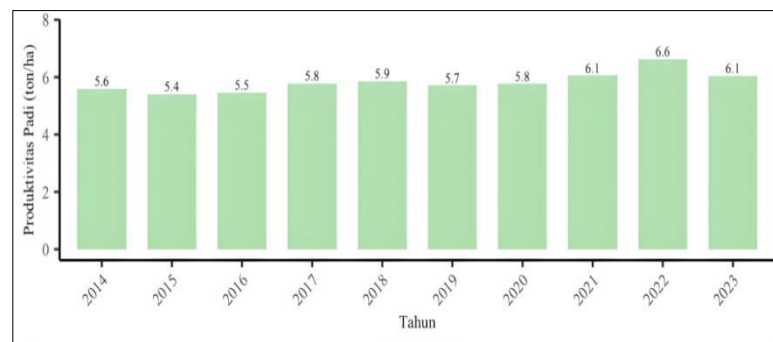
X_4 = Kelembapan relatif; dan

ε = eror.

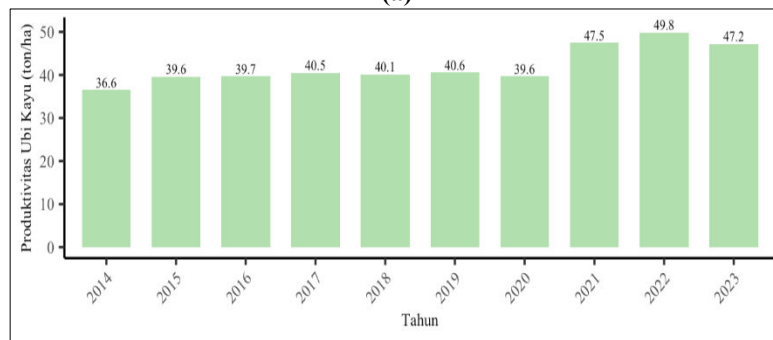
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika Produktivitas Tanaman Faktor Iklim

Produktivitas padi dan ubi kayu selama periode 2014–2023 menunjukkan pola yang berbeda yang terlihat pada Gambar 2.



(a)



(b)

Gambar 2. Produktivitas Tanaman Pangan Kabupaten Serdang Bedagai 2014 – 2023: (a) Padi dan (b) Ubi Kayu.

Produktivitas padi memiliki fluktuasi antar tahun yang relatif kecil, sedangkan produktivitas ubi kayu menunjukkan tren peningkatan. Produktivitas padi tertinggi pada tahun 2022 sebesar 6,63 ton/ha, sedangkan produktivitas terendah pada tahun 2015 sebesar 5,41 ton/ha. Peningkatan produktivitas ubi kayu yang cukup konsisten seperti pada Gambar 2 (b). Produktivitas ubi kayu tertinggi terjadi pada tahun 2022 sebesar 49,84 ton/ha, sedangkan produktivitas terendah pada tahun 2014 sebesar 36,55 ton/ha. Ubi kayu dikenal sebagai tanaman yang memiliki toleransi tinggi terhadap variasi kondisi lingkungan. Peningkatan produktivitas tanaman lebih dipengaruhi oleh faktor agronomis, seperti

penggunaan varietas unggul, pemupukan, dan perbaikan teknik budidaya dibandingkan variabel iklim mikro (Nguyen *et al.*, 2024).

Faktor iklim seperti suhu maksimum, suhu minimum dan suhu rata-rata mengalami fluktuasi seperti pada Gambar 3. Tanaman padi memiliki ambang batas suhu optimum yang cukup luas untuk mendukung efisiensi fotosintesis dan pertumbuhan vegetatif. Suhu optimum berkisar antara 25–32°C dengan variasi menurut fase pertumbuhan, yaitu sekitar 26–28°C pada fase vegetatif dan 22–27°C pada fase pengisian bulir (Tu *et al.*, 2022). Selama fluktuasi suhu tetap berada dalam batas toleransi normal, produktivitas tanaman tidak akan terdampak secara langsung. Pengaruh suhu terhadap hasil tanaman bersifat non-linear dan dampak negatifnya baru akan terrespons secara signifikan apabila faktor tersebut telah melampaui ambang batas kritis (Tran *et al.*, 2025).



Gambar 3. Tren Suhu Kabupaten Serdang Bedagai 2014-2023.

Kelembapan udara ditampilkan pada Gambar 4. Pada wilayah iklim tropis, kelembapan umumnya berada pada tingkat yang cukup tinggi. Hal tersebut menyebabkan kelembapan jarang menjadi faktor pembatas utama bagi pertumbuhan tanaman. Variabilitas hasil tanaman pada wilayah iklim tropis lebih banyak dipengaruhi oleh faktor hidrologi, seperti curah hujan dan ketersediaan air dibandingkan kelembapan udara (Li *et al.*, 2025).

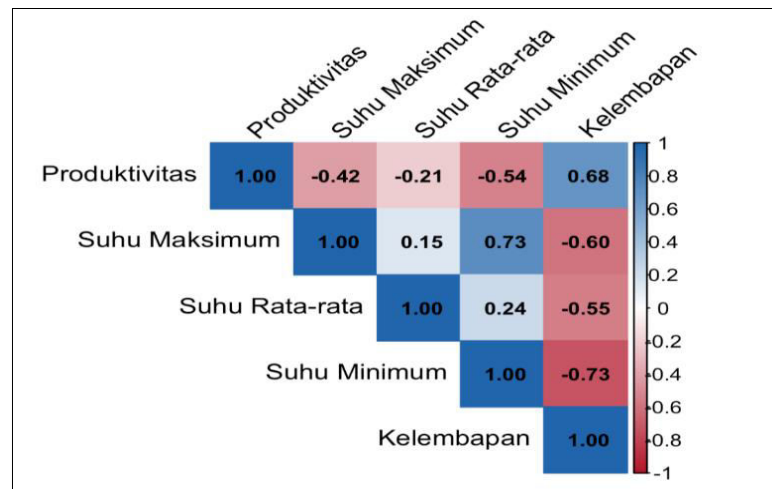


Gambar 4. Tren Kelembapan Kabupaten Serdang Bedagai 2014-2023.

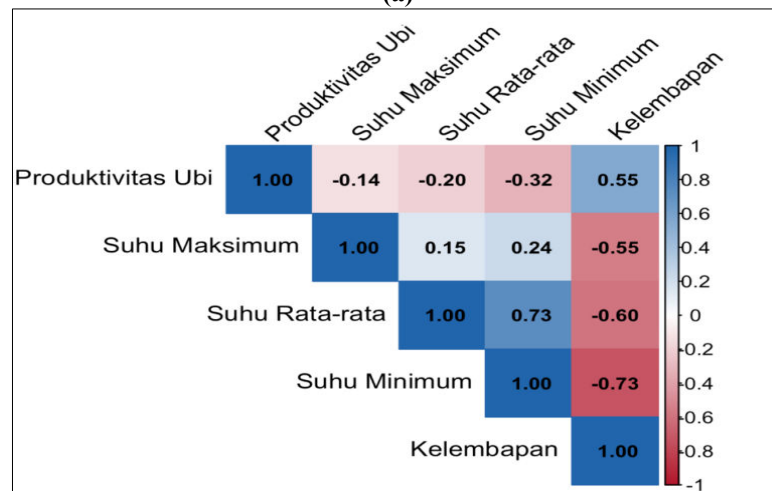
Hubungan Statistik Faktor Iklim dan Produktivitas Padi dan Ubi Kayu

Hasil analisis korelasi ditampilkan pada Gambar 5 yang menunjukkan bahwa hubungan antara unsur-unsur iklim dan produktivitas tanaman cenderung lemah hingga sedang. Pada produktivitas padi, suhu maksimum ($r = -0,42$), suhu rata-rata ($r = -0,21$), dan suhu minimum ($r = -0,54$) menunjukkan hubungan negatif, sedangkan kelembapan menunjukkan hubungan positif yang cukup kuat (r

= 0,68). Sementara itu, pada produktivitas ubi kayu, hubungan dengan suhu maksimum ($r = -0,14$), suhu rata-rata ($r = -0,20$), dan suhu minimum ($r = -0,32$) juga cenderung negatif namun lebih lemah, sedangkan kelembapan menunjukkan hubungan positif ($r = 0,55$). Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu cenderung diikuti oleh penurunan produktivitas.



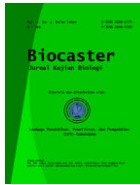
(a)



(b)

Gambar 5. Korelasi Produktivitas (a) Padi dan (b) Ubi Kayu dengan Beberapa Faktor Iklim.

Lemahnya hubungan statistik ini menunjukkan bahwa faktor iklim yang dianalisis bukan merupakan satu-satunya penentu produktivitas tanaman. Respon tanaman terhadap unsur-unsur iklim bersifat kompleks dan sering kali tidak linear. Perubahan kecil pada suhu atau kelembapan tidak selalu berdampak langsung terhadap hasil produksi. Faktor lain seperti curah hujan, kesuburan tanah, teknologi budidaya, dan varietas tanaman memiliki peran penting dalam menentukan produktivitas. Variabilitas hasil tanaman lebih banyak dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor lingkungan dan manajemen pertanian, sehingga hubungan sederhana antara suhu dan hasil tanaman umumnya tidak signifikan (Hu *et al.*, 2024). Hasil penelitian ini memperkuat bahwa hubungan antara faktor iklim



dan produktivitas tanaman bersifat tidak langsung dan dipengaruhi oleh banyak faktor yang saling berinteraksi.

Terdapat sejumlah faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model penelitian ini, seperti curah hujan, kesuburan tanah, teknologi budidaya, luas panen, dan varietas tanaman yang memiliki peran dalam menentukan produktivitas. Variabilitas hasil tanaman lebih banyak dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor lingkungan dan manajemen pertanian, sehingga hubungan sederhana antara suhu dan hasil tanaman umumnya tidak signifikan.

Analisis Regresi Berganda Tanaman Padi dengan Faktor Iklim

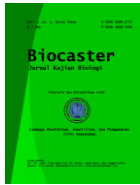
Hasil regresi berganda (Tabel 2) menunjukkan bahwa suhu rata-rata, suhu maksimum, suhu minimum, dan kelembapan udara secara simultan tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas padi ($F = 0,801$; $p\text{-value} = 0,573 > 0,05$). Nilai R^2 sebesar 0,390 menunjukkan bahwa model hanya mampu menjelaskan 39% variasi produktivitas padi, sedangkan adjusted R^2 yang negatif (-0,097) mengindikasikan bahwa model belum optimal. Hal ini menunjukkan bahwa variabel iklim dalam model belum cukup representatif dalam menjelaskan produktivitas padi di wilayah penelitian.

Tabel 2. Hasil Regresi Berganda Tanaman Padi dengan Faktor Iklim.

Variabel	Koefisien	Std. Error	t-value	p-value
Intercept	7.471	47.597	0.157	0.881
Suhu	-0.071	1.012	-0.070	0.947
Suhu Maksimum	-0.044	0.325	-0.136	0.897
Suhu Minimum	-0.278	0.616	-0.452	0.670
Kelembapan	0.088	0.264	0.335	0.751

Secara parsial, seluruh variabel independen tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$). Variabel suhu rata-rata ($\beta = -0,071$), suhu maksimum ($\beta = -0,044$), dan suhu minimum ($\beta = -0,278$) menunjukkan arah hubungan negatif terhadap produktivitas padi, sedangkan kelembapan ($\beta = 0,088$) menunjukkan hubungan positif. Pada tanaman padi, hubungan antara faktor iklim dan produktivitas menunjukkan pola yang kompleks dan tidak linear. Respons hasil padi terhadap peningkatan suhu tidak selalu bersifat proporsional. Kenaikan suhu dalam kisaran tertentu dapat memberikan dampak yang relatif kecil, namun setelah melampaui ambang batas fisiologis, seperti pada fase pembungaan, peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan hasil yang signifikan akibat gangguan proses reproduksi (Tran *et al.*, 2025).

Pengaruh suhu terhadap produktivitas padi sangat dipengaruhi oleh faktor lain seperti ketersediaan air. Kombinasi suhu tinggi dan kekeringan dapat memperburuk penurunan hasil, sementara kondisi irigasi yang baik dapat mengurangi dampak negatif tersebut (Gao *et al.*, 2025; Gu *et al.*, 2025). Faktor agronomis seperti penggunaan varietas tahan cekaman dan praktik budidaya juga berperan penting dalam menentukan hasil produksi (Agustin *et al.*, 2023; Andana *et al.*, 2023; Hou *et al.*, 2023). Produktivitas padi tidak dapat dijelaskan hanya oleh satu faktor iklim, melainkan merupakan hasil interaksi kompleks antara faktor iklim, lingkungan, dan manajemen pertanian (Gogoi *et al.*, 2024; Mubarak *et al.*, 2025).



Sebelum interpretasi, uji asumsi klasik menunjukkan bahwa model regresi telah memenuhi kriteria dasar. Residual berdistribusi normal (p -value = 0,961), tidak terdapat heteroskedastisitas (p -value = 0,573), tidak terjadi multikolinearitas ($VIF < 10$), dan tidak terdapat autokorelasi yang signifikan (p -value = 0,088). Dengan demikian, model secara statistik layak digunakan, namun secara substantif belum mampu menjelaskan variasi produktivitas secara signifikan.

Analisis Regresi Berganda Tanaman Ubi Kayu dengan Faktor Iklim

Hasil regresi berganda (Tabel 3) menunjukkan bahwa suhu rata-rata, suhu maksimum, suhu minimum, dan kelembapan secara simultan tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas ubi kayu ($F = 1,006$; p -value = 0,483 > 0,05). Nilai R^2 sebesar 0,446 menunjukkan model mampu menjelaskan 44,6% variasi produktivitas, namun *adjusted* R^2 yang sangat kecil (0,003) mengindikasikan kemampuan model menjadi lemah setelah penyesuaian variabel. Hal ini menunjukkan bahwa variabel iklim yang digunakan belum cukup representatif dalam menjelaskan produktivitas ubi kayu. Perbedaan yang signifikan antara R^2 dan *adjusted* R^2 ini menunjukkan bahwa model cenderung mengalami *overfitting* dan mengindikasikan adanya variabel penting yang belum dimasukkan dalam model (*missing variables*). Unsur iklim yang digunakan dalam penelitian ini belum cukup representatif untuk menjelaskan variasi produktivitas ubi kayu secara komprehensif.

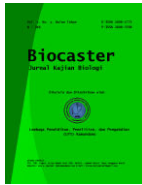
Tabel 3. Hasil Regresi Berganda Tanaman Ubi Kayu dengan Faktor Iklim.

Variabel	Koefisien	Std. Error	t-value	p-value
Intercept	-419.221	561.932	-0.746	0.489
Suhu	6.637	11.949	0.555	0.603
Suhu Maksimum	1.391	3.836	0.363	0.732
Suhu Minimum	-2.475	7.274	-0.340	0.748
Kelembapan	3.472	3.118	1.113	0.316

Secara parsial, seluruh variabel independen tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$). Variabel suhu rata-rata ($\beta = 6,637$), suhu maksimum ($\beta = 1,391$), dan kelembapan ($\beta = 3,472$) memiliki arah hubungan positif terhadap produktivitas ubi kayu, sedangkan suhu minimum ($\beta = -2,475$) menunjukkan hubungan negatif. Meskipun demikian, nilai koefisien yang relatif kecil dan tidak signifikannya hasil uji-t mengindikasikan bahwa perubahan suhu dan kelembapan dalam periode penelitian tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap produktivitas ubi kayu.

Temuan ini mengindikasikan bahwa produktivitas ubi kayu tidak hanya ditentukan oleh faktor iklim, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor agroekologi dan manajemen budidaya yang lebih kompleks, seperti curah hujan, kondisi tanah, varietas tanaman, dan praktik pengelolaan lahan. Pengembangan model yang lebih komprehensif dengan memasukkan variabel-variabel tersebut diperlukan untuk meningkatkan kemampuan prediksi dan pemahaman terhadap dinamika produktivitas ubi kayu.

Secara fisiologis, ubi kayu dikenal sebagai tanaman yang memiliki toleransi tinggi terhadap variasi lingkungan, sehingga tidak sensitif terhadap fluktuasi iklim dalam kisaran normal (Charles, 2024). Ubi kayu memiliki



kemampuan adaptasi yang luas terhadap berbagai kondisi tanah dan lingkungan, termasuk tanah dengan kesuburan rendah (Dankwa *et al.*, 2025). Mekanisme fisiologis dan genetik yang mendukung toleransi terhadap stres kekeringan juga berkontribusi terhadap ketahanan tanaman ini terhadap perubahan lingkungan (Mutanda *et al.*, 2025). Oleh karena itu, pengaruh faktor iklim terhadap produktivitas ubi kayu cenderung lebih kecil dibandingkan tanaman pangan lainnya, terutama dalam kondisi iklim yang masih berada dalam batas normal (Bacsi & Jarso, 2026).

Uji asumsi klasik menunjukkan bahwa model regresi telah memenuhi kriteria dasar. Residual berdistribusi normal (p -value = 0,072), tidak terdapat heteroskedastisitas (p -value = 0,416), tidak terjadi multikolinearitas (VIF < batas kritis), dan tidak terdapat autokorelasi yang signifikan (p -value = 0,090). Model regresi secara statistik telah memenuhi asumsi klasik, meskipun secara substansi belum mampu menjelaskan variasi produktivitas ubi kayu secara signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat faktor-faktor lain di luar variabel yang kemungkinan memiliki pengaruh lebih besar terhadap produktivitas ubi kayu.

SIMPULAN

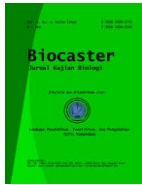
Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu rata-rata, suhu maksimum, suhu minimum, dan kelembapan tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tanaman padi ($F = 0,801$; p -value = 0,573 > 0,05) maupun ubi kayu ($F = 1,006$; p -value = 0,483 > 0,05), baik secara parsial maupun simultan. Temuan utama penelitian ini mengindikasikan bahwa produktivitas tanaman padi dan ubi kayu tidak signifikan ditentukan oleh suhu dan kelembapan udara. Respons tanaman padi dan ubi kayu terhadap variasi suhu dan kelembapan cenderung bersifat non-linear dan masih berada dalam kisaran toleransi fisiologis, sehingga tidak memberikan dampak signifikan terhadap hasil produksi. Hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa analisis produktivitas tanaman yang hanya berbasis suhu dan kelembapan belum cukup untuk menjelaskan dinamika hasil pertanian secara komprehensif. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih integratif dengan memasukkan variabel lain, seperti curah hujan, kondisi tanah, dan praktik budidaya untuk memperoleh pemahaman yang lebih akurat.

SARAN

Penelitian lanjutan disarankan mengembangkan model yang lebih komprehensif dengan memasukkan faktor iklim lain, seperti curah hujan dan lama penyinaran matahari, serta faktor non-iklim seperti kesuburan tanah, varietas, dan praktik budidaya. Pendekatan dengan menggunakan metode berbasis *machine learning* dapat digunakan untuk menangkap hubungan kompleks antara faktor lingkungan dan produktivitas tanaman. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengatasi keterbatasan tersebut guna menghasilkan model yang lebih representatif.

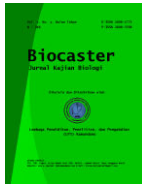
UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.



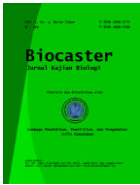
DAFTAR RUJUKAN

- Agustin, A. M. L., Ordonio, J. L., Natividad, M. B. S., Lucob-Agustin, N. B., Suralta, R. R., Ehara, H., Mitsuya, S., & Kano-Nakata, M. (2023). Specialty Rice (*Oryza sativa* L.) with High and Stable Grain Yield under Rainfed Lowland Conditions. *Agriculture*, *13*(10), 1-20. <https://doi.org/10.3390/agriculture13101985>
- Andana, D. S., Jannah, H., & Safnowandi, S. (2023). Pemanfaatan Bintil Akar Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) sebagai Pupuk Biologi untuk Pertumbuhan Bibit Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) dalam Upaya Penyusunan Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan II. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, *3*(1), 1-10. <https://doi.org/10.36312/bjkb.v3i1.145>
- Bacsi, Z., & Jarso, D. D. (2026). Cassava Response to Weather Variability in Eastern Africa. *Agriculture*, *16*(2), 1-22. <https://doi.org/10.3390/agriculture16020209>
- BPS. (2025). *Kabupaten Serdang Bedagai dalam Angka*. Serdang: Badan Pusat Statistika.
- Charles, O. (2024). A Review of Drought-Stress Responsive Genes and Their Applications for Drought Stress Tolerance in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Discover Biotechnology*, *1*(1), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s44340-024-00006-7>
- Chen, L., Deng, X., Duan, H., Tan, X., Xie, X., Pan, X., Guo, L., Luo, T., Chen, X., Gao, H., Wei, H., Zhang, H., & Zeng, Y. (2025). Canopy Humidity and Irrigation Regimes Interactively Affect Rice Physiology, Grain Filling and Yield During Grain Filling Period. *Agricultural Water Management*, *307*(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109143>
- Conradt, T. (2022). Choosing Multiple Linear Regressions for Weather-Based Crop Yield Prediction with ABSOLUT V1.2 Applied to the Districts of Germany. *International Journal of Biometeorology*, *66*(11), 2287–2300. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02356-5>
- Dankwa, K. O., Gimode, W., & Olanmi, B. (2025). A Review of Global Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Production Trends, Post-Harvest Physiological Deterioration (PPD) Challenge, and Control Strategies. *Discover Food*, *5*(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00629-7>
- De Winter, J. C. F., Gosling, S. D., & Potter, J. (2016). Comparing the Pearson and Spearman Correlation Coefficients Across Distributions and Sample Sizes: A Tutorial Using Simulations and Empirical Data. *Psychological Methods*, *21*(3), 273–290. <https://doi.org/10.1037/met0000079>
- Gao, T., Xie, K., Hu, Q., Wu, C., Wang, Z., Wang, W., Xiong, D., Huang, J., Peng, S., & Cui, K. (2025). Alternate Wetting and Drying Irrigation at Tillering Stage Enhances the Heat Tolerance of Rice by Increasing Sucrose and Cytokinin Content in Panicles. *Frontiers in Plant Science*, *16*(1), 1-19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1598652>
- Gogoi, B., Das, R., Nath, D. J., Dutta, S., Borah, M., Talukdar, L., Patgiri, D. K., Pathak, K., Valente, D., Petrosillo, I., & Borah, N. (2024). Long-Term Management of Rice Agroecosystem Towards Climate Change Mitigation. *Ecological Indicators*, *160*(1), 1-14.



<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111876>

- Gu, R., He, H., Chen, H., & Tian, J. (2025). Study on Hierarchical Regulation of Crop Irrigation Threshold Under Severe Drought Conditions. *Agricultural Water Management*, 307, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109239>
- Handhayani, T., Arisandi, D., & Wasino, W. (2026). Integrated Analysis of Meteorological Conditions and Agricultural Yields in Indonesia Using Causal Learning and Intelligent Clustering for Climate Change Mitigation. *Scientific Reports*, 16(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-40418-5>
- Hernandez-Torres, J. A., Torreglosa, J. P., Sanchez-Herrera, R., Bischi, A., & Baccioli, A. (2024). Development of an Optimized Non-Linear Model for Precise Dew Point Estimation in Variable Environmental Conditions. *Applied Sciences*, 14(22), 1-19. <https://doi.org/10.3390/app142210508>
- Hou, D., Wei, Y., Liu, K., Tan, J., Bi, Q., Liu, G., Yu, X., Bi, J., & Luo, L. (2023). The Response of Grain Yield and Quality of Water-Saving and Drought-Resistant Rice to Irrigation Regimes. *Agriculture*, 13(2), 302-314. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020302>
- Hu, T., Zhang, X., Khanal, S., Wilson, R., Leng, G., Toman, E. M., Wang, X., Li, Y., & Zhao, K. (2024). Climate Change Impacts on Crop Yields: A Review of Empirical Findings, Statistical Crop Models, and Machine Learning Methods. *Environmental Modelling & Software*, 179(1), 1-53. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2024.106119>
- Karch, J. D., Perez-Alonso, A. F., & Bergsma, W. P. (2024). Beyond Pearson's Correlation: Modern Nonparametric Independence Tests for Psychological Research. *Multivariate Behavioral Research*, 59(5), 957-977. <https://doi.org/10.1080/00273171.2024.2347960>
- Karimzadeh, S., Ahmadi, A., Baldocchi, D., & Fisher, J. B. (2025). Climate Change Has Increased Global Evaporative Demand Except in South Asia. *Communications Earth & Environment*, 6(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02959-x>
- Li, C., Camac, J., Robinson, A., & Kompas, T. (2025). Predicting Changes in Agricultural Yields Under Climate Change Scenarios and Their Implications for Global Food Security. *Scientific Reports*, 15(1), 1-22. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87047-y>
- Mardiatmoko, G. (2024). The Application of the Classical Assumption Test in Multiple Linear Regression Analysis (a Case Study of the Preparation of the Allometric Equations of Young Makila). *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*, 8(3), 724-739. <https://doi.org/10.31764/jtam.v8i3.22179>
- Moreno-Cadena, P., Hoogenboom, G., Cock, J. H., Ramirez-Villegas, J., Pypers, P., Kreye, C., Tariku, M., Ezui, K. S., Becerra Lopez-Lavalle, L. A., & Asseng, S. (2021). Modeling Growth, Development and Yield of Cassava: A Review. *Field Crops Research*, 267(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108140>



- Mubarak, T., Jehangir, I. A., Hussain, A., Dar, E. A., Shah, Z. A., Lone, A. H., Mir, M. S., El-Hendawy, S., Mattar, M. A., & Salem, A. (2025). Yield and Water Productivity of Rice as Influenced by Crop Establishment and Irrigation Methods Under Temperate Environment. *Scientific Reports*, *15*(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-09584-w>
- Mutanda, M., Amelework, A. B., Ndou, N., & Figlan, S. (2025). Drought Stress in Cassava (*Manihot esculenta*): Management Strategies and Breeding Technologies. *International Journal of Plant Biology*, *16*(4), 112-138. <https://doi.org/10.3390/ijpb16040112>
- Nguyen, P. T. M., Ho, P. T., & Pham, H. X. (2024). Impacts of Seasonal Climate Variation on Rice Yield: Evidence from the Central Coast of Vietnam. *Cogent Economics & Finance*, *12*(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/23322039.2024.2421894>
- Niyomugabo, P., MacCarthy, D. S., & Adiku, S. G. K. (2024). Growth and Yield of Rice as Influenced by Different Levels of Temperature, Water and Nitrogen Under Greenhouse Condition. *Cogent Food & Agriculture*, *10*(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2374620>
- Okoma, P. M., Kayondo, S. I., Rabbi, I. Y., Moreno-Cadena, P. L., Hoogenboom, G., & Jannink, J.-L. (2025). Evaluating a Cassava Crop Growth Model by Optimizing Genotype-Specific Parameters Using Multienvironment Trial Breeding Data. *Frontiers in Plant Science*, *16*(1), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1535058>
- Profillidis, V. A., & Botzoris, G. N. (2019). Statistical Methods for Transport Demand Modeling. *Modeling of Transport Demand*, *2019*(1), 163–224. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811513-8.00005-4>
- Tran, B.-L., Tseng, W.-C., & Chen, C.-C. (2025). Climate Change Impacts on Crop Yields Across Temperature Rise Thresholds and Climate Zones. *Scientific Reports*, *15*(1), 1-17. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-07405-8>
- Tu, D., Wu, W., Xi, M., Zhou, Y., Xu, Y., Chen, J., Shao, C., Zhang, Y., & Zhao, Q. (2022). Effect of Temperature and Radiation on Indica Rice Yield and Quality in Middle Rice Cropping System. *Plants*, *11*(20), 1-13. <https://doi.org/10.3390/plants11202697>
- Xing, Y.-H., Lu, H., Zhu, X., Deng, Y., Xie, Y., Luo, Q., & Yu, J. (2024). How Rice Responds to Temperature Changes and Defeats Heat Stress. *Rice*, *17*(1), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s12284-024-00748-2>