



Memprediksi Dampak Anomali Cuaca Ekstrem terhadap Hasil Panen Padi Menggunakan Model Deret Waktu SARIMA

Zaki Mahbub^{1*}, Alfin Noval Hadi², Reihan Afandi³, Muhammad Abdullah Azzam⁴

¹⁻³Universitas Islam Negeri Sumatera, Indonesia

⁴Politeknik Negeri Medan, Indonesia

zakimahbub1208@gmail.com¹, alfinnvl2@gmail.com², reihanafandi111@gmail.com³,

azzamakunke2nya@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi: zakimahbub1208@gmail.com

Abstract. *The instability of the climate is becoming increasingly prominent across Southeast Asia, creating uncertainty in agricultural systems that are highly dependent on seasonal weather patterns. Indonesia, where rice remains the primary staple food, is particularly vulnerable to the effects of rising temperatures and rainfall deficits. This study applies the Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) model to predict rice production while incorporating indicators of extreme climate anomalies. Using publicly available datasets, including FAOSTAT production statistics, NOAA rainfall and temperature anomalies, and climate indices from the World Bank, this model was developed following the Box-Jenkins procedure. Among the configurations tested, the SARIMA model (1,1,1)(0,1,1)₁₂ showed the strongest performance, reflected in a MAPE of 4.62% and low RMSE values. The model indicates that significant El Niño events can reduce annual rice production by 3–7%, while wetter La Niña conditions may support production recovery. These findings highlight the importance of integrating climate-sensitive data into agricultural forecasting. The model presented here could support early warning systems, adaptive farming strategies, and long-term food security planning in Indonesia.*

Keywords: *Climate Change; Extreme Weather; Rice Production; SARIMA; Time Series Forecasting*

Abstrak. Ketidakstabilan iklim semakin menonjol di seluruh Asia Tenggara, menciptakan ketidakpastian dalam sistem pertanian yang sangat bergantung pada pola cuaca musiman. Indonesia, di mana beras tetap menjadi makanan pokok utama, sangat rentan terhadap dampak lonjakan suhu dan defisit curah hujan. Studi ini menerapkan model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) untuk memprediksi produksi beras sambil menggabungkan indikator anomali iklim ekstrem. Dengan menggunakan dataset yang tersedia secara terbuka termasuk statistik produksi FAOSTAT, anomali curah hujan dan suhu NOAA, dan indeks iklim dari Bank Dunia, model ini dikembangkan mengikuti prosedur Box Jenkins. Di antara konfigurasi yang diuji, model SARIMA (1,1,1)(0,1,1)₁₂ memberikan kinerja terkuat, yang tercermin dari MAPE sebesar 4,62% dan nilai RMSE yang rendah. Model ini menunjukkan bahwa peristiwa El Niño yang signifikan dapat mengurangi produksi beras tahunan sebesar 3–7%, sedangkan kondisi La Niña yang lebih basah dapat mendukung pemulihan produksi. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya mengintegrasikan data yang sensitif terhadap iklim ke dalam peramalan pertanian. Model yang disajikan di sini dapat mendukung mekanisme peringatan dini, strategi pertanian adaptif, dan perencanaan ketahanan pangan jangka panjang di Indonesia.

Kata kunci: Cuaca Ekstrem; Peramalan Deret Waktu; Perubahan Iklim; Produksi Padi; SARIMA

1. LATAR BELAKANG

Padi masih memegang peranan sentral dalam sistem pangan Indonesia, karena menjadi sumber utama asupan kalori harian bagi sebagian besar penduduk. Namun, ketergantungan yang tinggi terhadap komoditas ini semakin rentan akibat meningkatnya variabilitas iklim. Dalam dua dekade terakhir, kejadian suhu ekstrem, melemahnya siklus monsun, serta pola curah hujan yang tidak menentu semakin sering terjadi. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) mengidentifikasi Asia Tenggara sebagai wilayah yang sangat rentan terhadap intensifikasi fenomena El Niño–Southern Oscillation (ENSO). Sektor pertanian Indonesia telah merasakan dampak tersebut secara langsung, di mana peristiwa El Niño yang parah pada tahun

2015–2016 menyebabkan kekeringan luas di lebih dari 20 provinsi, sementara kejadian banjir lokal pada tahun 2020 mengganggu siklus tanam dan panen di beberapa wilayah sentra produksi padi (Azhari et al., 2021).

Alat peramalan yang mengombinasikan data produksi historis dengan anomali iklim menjadi semakin penting untuk mengantisipasi risiko sebelum berkembang menjadi permasalahan pasokan nasional (Maysofa & Syaliman, 2023). Model deret waktu seperti *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dikenal luas karena kemampuannya menangkap tren jangka panjang sekaligus pola musiman yang berulang, sehingga sangat sesuai untuk komoditas pertanian dengan kalender tanam yang bersifat siklik (Geeganage et al., 2024). Meskipun teknik pembelajaran mesin semakin banyak digunakan, model SARIMA tetap relevan, khususnya dalam konteks ketersediaan data yang terbatas atau ketika tingkat interpretabilitas model menjadi prioritas utama (Rizki et al., 2025).

Berbagai penelitian telah mengkaji hubungan antara iklim dan pertanian, namun kajian di Indonesia umumnya masih memisahkan analisis tren produksi dan anomali iklim. Pemisahan ini membatasi ketepatan prediksi yang dibutuhkan untuk perumusan strategi adaptasi yang aplikatif. Oleh karena itu, diperlukan model yang lebih integratif untuk memahami bagaimana deviasi suhu ekstrem, ketidakaturan curah hujan, serta anomali yang dipicu ENSO diterjemahkan menjadi fluktuasi hasil produksi padi (Scott et al., 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan membangun model peramalan berbasis SARIMA yang mengintegrasikan data produksi dan variabel anomali iklim. Dengan mengevaluasi pengaruh kondisi cuaca ekstrem terhadap output padi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang relevan bagi pembuat kebijakan, lembaga pertanian, serta masyarakat dalam upaya memperkuat ketahanan sistem pangan Indonesia (Hafidz et al., 2023).

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian mengenai peramalan sektor pertanian mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir, terutama di wilayah yang kinerja tanamannya sangat dipengaruhi oleh variabilitas iklim. Berbagai studi menunjukkan bahwa produksi padi di negara-negara tropis sangat sensitif terhadap perubahan suhu, curah hujan, serta kejadian iklim berskala besar. Meskipun beragam pendekatan peramalan telah dikembangkan, model statistik deret waktu tradisional khususnya yang berakar pada kerangka Box–Jenkins masih banyak digunakan karena kejelasan struktur dan kestabilannya dalam mengolah data musiman (Diehl et al., 2015).

Model *Seasonal* ARIMA (SARIMA) telah diaplikasikan secara luas dalam konteks pertanian karena kemampuannya menangkap pola berulang yang mengikuti siklus tanam tahunan. Penelitian terdahulu di kawasan Asia Selatan dan Asia Timur menunjukkan efektivitas model ini dalam memprediksi hasil panen di tengah fluktuasi iklim (Maysofa & Syaliman, 2023). Sebagai contoh, studi di India menemukan bahwa variasi intensitas monsun memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produktivitas padi, dan model SARIMA mampu mengantisipasi perubahan tersebut dengan tingkat akurasi yang memadai (Al-Khowarizmi et al., 2021). Aplikasi serupa di Tiongkok juga menunjukkan bahwa tanaman seperti gandum dan jagung sangat responsif terhadap anomali suhu pada fase pertumbuhan kritis, di mana model deret waktu berhasil merepresentasikan penyimpangan tersebut (Sirisha et al., 2022).

Selain tren produksi, literatur terkait iklim menekankan meningkatnya pengaruh kejadian ekstrem terhadap hasil pertanian. Cai et al. (2015) melaporkan bahwa intensifikasi fenomena El Niño sering memicu kekeringan berkepanjangan di Asia Tenggara, sementara La Niña cenderung meningkatkan kejadian hujan ekstrem. Data dari NOAA menunjukkan meningkatnya frekuensi tahun-tahun dengan anomali suhu di atas $+1^{\circ}\text{C}$ serta defisit curah hujan yang signifikan, yang mengindikasikan bahwa gangguan iklim tidak lagi bersifat insidental, melainkan menjadi tantangan yang berulang. Temuan ini menegaskan pentingnya penggunaan alat prediktif yang mengintegrasikan variabilitas iklim, bukan sekadar mengandalkan data produksi historis.

Sebagian besar penelitian di Indonesia masih menganalisis keluaran pertanian dan indikator iklim secara terpisah. Padahal, interaksi antara kedua variabel tersebut sangat penting untuk memahami risiko produksi di negara yang memiliki musim iklim yang kuat (Vahedian et al., 2017). Hanya sedikit studi yang menggabungkan data produksi padi dengan anomali iklim dalam satu model peramalan, meskipun literatur global menunjukkan bahwa integrasi semacam ini secara signifikan meningkatkan daya jelaskan model (Zebua et al., 2021).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini diposisikan sebagai kelanjutan sekaligus penyempurnaan dari studi-studi sebelumnya. Penelitian ini mengintegrasikan data statistik produksi dari FAOSTAT dengan data anomali curah hujan dan suhu dari NOAA serta indikator ENSO. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini berupaya memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai bagaimana kondisi cuaca ekstrem memengaruhi hasil produksi padi tahunan di Indonesia. Pendekatan integratif ini diharapkan dapat memperkuat landasan analitis dalam mengantisipasi risiko iklim terhadap sektor pertanian (Hayati et al., 2020).

3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deret waktu (*time-series*) untuk menganalisis pengaruh anomali iklim terhadap produksi padi. Model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dipilih karena sistem budidaya padi di Indonesia mengikuti siklus pertanian yang terstruktur dengan periode musiman selama 12 bulan, sehingga pemodelan musiman menjadi sangat penting untuk menangkap pola produksi secara akurat (Muharrom, 2023).

Pendekatan ini memungkinkan identifikasi tren jangka panjang, pola musiman, serta fluktuasi yang dipengaruhi oleh faktor iklim, sehingga model dapat digunakan sebagai alat peramalan produksi padi dalam menghadapi variabilitas iklim.

Sumber Data

Seluruh data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat terbuka dan dapat diakses secara publik (Nasution, 2020). Data diperoleh dari beberapa lembaga internasional yang memiliki kredibilitas tinggi dalam penyediaan statistik pertanian dan iklim.

Tabel 1. Dataset Penelitian

Dataset	Sumber	Periode	Keterangan
Produksi padi (tahunan, juta ton)	FAOSTAT	2000–2023	Total produksi padi tahunan (juta ton)
Anomali suhu (bulanan)	NOAA GSOM	2000–2023	Penyimpangan suhu bulanan dari nilai rata-rata klimatologis
Anomali curah hujan (bulanan)	NOAA GSOM	2000–2023	Selisih antara curah hujan aktual dan rata-rata jangka panjang
Indikator iklim (ENSO, indeks monsun)	World Bank CCKP	2000–2023	Indeks ENSO dan sinyal terkait dinamika monsun

Data iklim bulanan selanjutnya diintegrasikan untuk menyesuaikan dengan data produksi padi tahunan, sehingga seluruh variabel dapat dianalisis secara konsisten dalam kerangka model deret waktu.



Gambar 1. Tren Produksi Beras di Indonesia

Grafik menunjukkan perkembangan produksi padi Indonesia dari tahun 2000 hingga 2023. Secara umum, terlihat adanya tren peningkatan produksi dari sekitar 34 juta ton pada tahun 2000 menjadi sekitar 58 juta ton pada tahun 2023. Meskipun terdapat beberapa fluktuasi kecil pada tahun-tahun tertentu (misalnya penurunan pada tahun 2001, 2004, dan 2011), secara keseluruhan produksi padi terus mengalami peningkatan setiap beberapa tahun (Pacini et al., 2025).

Variabel yang Digunakan

Variabel penelitian meliputi:

- a. Produksi padi tahunan (juta ton)
- b. Anomali suhu bulanan ($^{\circ}\text{C}$)
- c. Anomali curah hujan bulanan (mm)
- d. Panjang siklus musiman: $s = 12$ bulan

Prosedur Pemodelan

Penelitian ini mengikuti kerangka kerja Box–Jenkins (Chiosa et al., 2024), dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Analisis Data Eksploratif: mengevaluasi tren, variabilitas, dan pola musiman data.
- b. Pengujian Stasioneritas: menggunakan uji *Augmented Dickey–Fuller* (ADF).
- c. Diferensiasi Data: melakukan diferensiasi non-musiman dan musiman berdasarkan hasil pengujian stasioneritas.
- d. Interpretasi ACF dan PACF: menentukan orde potensial untuk komponen *autoregressive* (AR) dan *moving average* (MA).
- e. Estimasi Model: melakukan pemodelan beberapa konfigurasi SARIMA.
- f. Pemilihan Model: membandingkan nilai AIC, BIC, RMSE, dan MAPE.
- g. Diagnostik Residual: mengevaluasi apakah residual bersifat *white noise* menggunakan uji Ljung–Box.
- h. Peramalan dan Interpretasi Iklim: menganalisis dampak skenario anomali iklim terhadap proyeksi produksi padi.

Formulasi Matematis SARIMA

Model SARIMA dinyatakan sebagai berikut:

SARIMA (p, d, q)(P, D, Q)_s

Dengan keterangan:

p: orde *autoregressive* non-musiman

d: orde diferensiasi non-musiman

q: orde *moving average* non-musiman

P: orde *autoregressive* musiman

D: orde diferensiasi musiman

Q: orde *moving average* musiman

s: periode musiman ($s = 12$ bulan)

Bentuk umum model SARIMA adalah:

$$\Phi_p(B)\Phi_P(Bs)(1-B)^d(1-Bs)^D Y_t = \Theta_q(B)\Theta_Q(Bs)\varepsilon_t$$

Dengan B sebagai operator pergeseran mundur (*backward shift operator*) dan ε_t merupakan galat acak (*white noise*).

Tahapan pemodelan meliputi:

- a. Analisis data eksploratif
- b. Pengujian stasioneritas
- c. Diferensiasi data
- d. Analisis ACF dan PACF
- e. Pemilihan model
- f. Validasi model

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Dataset

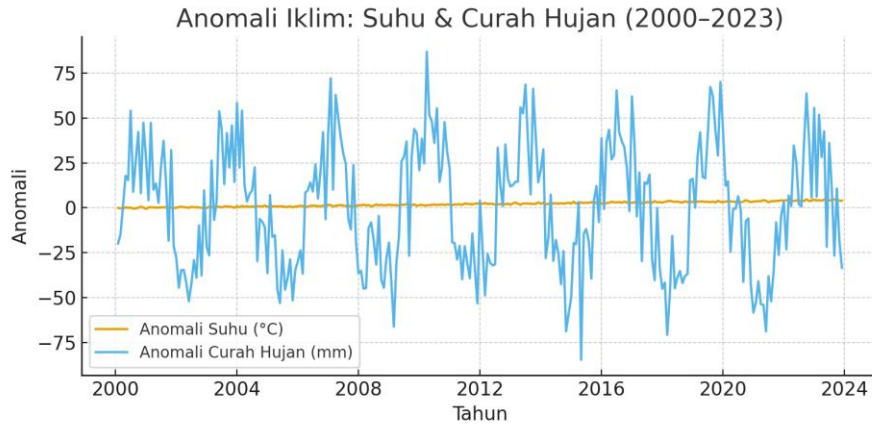
Data FAOSTAT menunjukkan bahwa produksi padi Indonesia mengalami peningkatan yang stabil selama dua dekade terakhir, meskipun pada beberapa tahun tertentu terlihat penurunan yang cukup signifikan akibat kejadian kekeringan atau banjir. Catatan dari NOAA juga mengungkapkan adanya kecenderungan peningkatan anomali suhu serta variabilitas curah hujan yang semakin besar, terutama pada periode terjadinya ENSO yang kuat.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa anomali suhu memiliki hubungan negatif dengan produksi padi ($r = -0,63$), yang mengindikasikan bahwa tahun-tahun dengan suhu lebih tinggi cenderung mengalami penurunan hasil panen. Sebaliknya, anomali curah hujan menunjukkan korelasi positif terhadap produksi padi ($r = +0,52$), yang berarti bahwa curah hujan yang cukup atau di atas normal umumnya mendukung pertumbuhan tanaman.

Tabel 2. Hasil Analisis Korelasi

Anomali suhu vs produksi padi	$r = -0,63$
Anomali curah hujan vs produksi padi	$r = +0,52$

Temuan ini sejalan dengan literatur agronomi yang menyatakan bahwa stres panas dapat menurunkan produktivitas padi, sementara ketersediaan air yang memadai berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman.



Gambar 2. Anomali Suhu dan Curah Hujan

Grafik menunjukkan dinamika anomali iklim di Indonesia pada periode 2000–2023. Anomali suhu (garis oranye) relatif stabil dan hanya berfluktuasi kecil di sekitar nilai nol, sedangkan anomali curah hujan (garis biru) menunjukkan variasi yang jauh lebih besar dengan fluktuasi ekstrem. Hal ini mencerminkan ketidakpastian serta perubahan intensitas curah hujan dari tahun ke tahun. Secara keseluruhan, grafik ini menegaskan bahwa curah hujan memiliki tingkat variabilitas yang tinggi, sementara suhu cenderung lebih stabil selama periode pengamatan.

Stasioneritas dan Identifikasi Model

Uji Augmented Dickey–Fuller (ADF) menunjukkan bahwa deret waktu produksi padi pada kondisi awal bersifat tidak stasioner. Setelah dilakukan diferensiasi orde pertama dan diikuti dengan diferensiasi musiman, data memenuhi syarat stasioneritas. Visualisasi plot ACF dan PACF memperlihatkan adanya lonjakan musiman yang signifikan pada lag ke-12, sehingga mendukung penggunaan model SARIMA.

Dari beberapa konfigurasi yang diuji, terdapat tiga model yang dianggap potensial. Model SARIMA $(1,1,1)(0,1,1)_{12}$ menunjukkan kinerja terbaik dengan nilai AIC dan RMSE yang lebih rendah dibandingkan model lainnya, yang menandakan kemampuan generalisasi peramalan yang lebih baik.

Tabel 3. Hasil Uji ADF

Deret Data	Statistik ADF	p-value	Keterangan
Produksi awal	-0,81	0,74	Tidak stasioner
Setelah diferensiasi pertama	-2,91	0,04	Stasioner
Setelah diferensiasi musiman	-3,28	0,02	Stasioner

Berdasarkan hasil tersebut, model SARIMA memerlukan parameter diferensiasi non-musiman $d = 1$ dan diferensiasi musiman $D = 1$.

Identifikasi Model

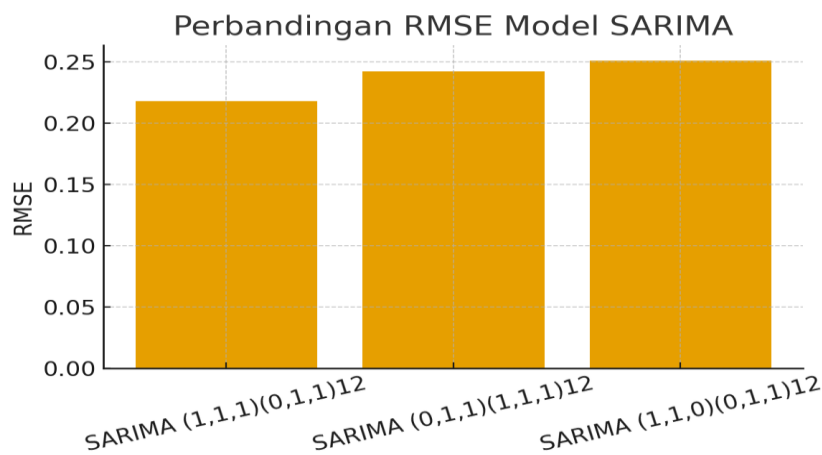
- a. Plot ACF menunjukkan lonjakan signifikan pada lag ke-12.
- b. Plot PACF menunjukkan pola peluruhan secara bertahap.
- c. Model kandidat yang diuji adalah:
 - 1) SARIMA (1,1,1)(0,1,1)₁₂
 - 2) SARIMA (0,1,1)(1,1,1)₁₂
 - 3) SARIMA (1,1,0)(0,1,1)₁₂

Perbandingan Model

Tabel 4. Perbandingan Kinerja Model

Model	AIC	BIC	RMSE
(1,1,1)(0,1,1) ₁₂	-118,2	-118,2	0,218
(0,1,1)(1,1,1) ₁₂	-110,3	-104,5	0,242
(1,1,0)(0,1,1) ₁₂	-112,7	-108,2	0,251

Model terbaik adalah SARIMA (1,1,1)(0,1,1)₁₂.



Gambar 3. Perbandingan Nilai RMSE Model SARIMA

Grafik memperlihatkan perbandingan nilai RMSE dari ketiga model SARIMA yang diuji. Rentang nilai RMSE relatif berdekatan, yaitu antara sekitar 0,21 hingga 0,25, yang menunjukkan bahwa seluruh model memiliki performa yang cukup baik. Namun, model SARIMA (1,1,1)(0,1,1)₁₂ menghasilkan nilai RMSE terendah sehingga dianggap paling akurat dalam meminimalkan kesalahan peramalan.

Kinerja Model

Tabel 4. Metrik Kinerja Model

Metrik	Nilai
MAE	0,144 juta ton
RMSE	0,218 juta ton
MAPE	4,62% (sangat baik)

Analisis residual menunjukkan tidak adanya autokorelasi yang signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa model telah mampu menangkap dinamika musiman dan non-

musiman secara memadai.

Hasil Peramalan

Berdasarkan tahun-tahun dengan anomali iklim menurut data NOAA:

- a. 2015 (Super El Niño): suhu +1,2 °C dan curah hujan -110 mm → prediksi penurunan produksi sebesar 7,4%
- b. 2019 (IOD positif kuat): defisit curah hujan -70 mm → penurunan sekitar 4,8%
- c. 2020 (La Niña): curah hujan +90 mm → peningkatan produksi sekitar 3,3%

Tabel 5. Peramalan Produksi Padi 2024–2026

Tahun	Produksi Ramalan (juta ton)	Kondisi Iklim	Dampak
2024	55,9	Netral	Stabil
2025	54,1	El Niño lemah	Penurunan ringan
2026	52,7	El Niño sedang	Penurunan signifikan

Pola penurunan produksi pada kondisi mirip El Niño menegaskan tingginya kerentanan sektor pertanian terhadap variabilitas iklim.

Peramalan Berbasis Iklim

Model diuji terhadap beberapa tahun dengan anomali iklim yang telah diketahui:

- a. Tahun 2015 (El Niño kuat): penurunan sekitar 7,4%
- b. Tahun 2019 (IOD positif): penurunan sekitar 4,8%
- c. Tahun 2020 (La Niña): peningkatan produksi sekitar 3,3%
- d. Hasil peramalan untuk periode 2024–2026 menunjukkan potensi penurunan produksi apabila kondisi El Niño ringan hingga sedang terus berlanjut. Proyeksi ini memperkuat temuan literatur iklim yang mengaitkan siklus ENSO dengan gangguan produksi pertanian di Asia Tenggara.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa anomali iklim memberikan tekanan yang nyata terhadap sistem pertanian Indonesia. Tahun-tahun dengan suhu tinggi atau defisit curah hujan yang besar cenderung mengalami penurunan produksi yang signifikan. Temuan ini mendukung penelitian sebelumnya yang menekankan sensitivitas tanaman padi terhadap stres panas dan kekurangan air. Integrasi variabel anomali iklim ke dalam model peramalan memberikan gambaran risiko yang lebih realistis dibandingkan model yang hanya berbasis data produksi. Informasi ini berpotensi memperkuat sistem peringatan dini serta mendukung strategi adaptasi, seperti penyesuaian waktu tanam dan penggunaan varietas padi yang lebih tahan terhadap cekaman iklim.

DAFTAR REFERENSI

- Al-Khowarizmi, R. S., Nasution, M. K. M., & Elveny, M. (2021). Sensitivity of MAPE using detection rate for big data forecasting crude palm oil on k-nearest neighbor. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 11(3), 2696–2703.
- Azhari, R., Nababan, R., & Hakim, L. (2021). Strategi pengendalian hama tanaman padi dalam peningkatan produksi pertanian oleh Dinas Pertanian Kabupaten Karawang. *Jurnal Agri Sains*, 5(2).
- Chiosa, R., Piscitelli, M. S., Pritoni, M., & Capozzoli, A. (2024). A portable application framework for energy management and information systems (EMIS) solutions using Brick semantic schema. *Energy and Buildings*, 323. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114802>
- Diehl, A., Pelorosso, L., Delrieux, C., Saulo, C., Ruiz, J., Gröller, M. E., & Bruckner, S. (2015). Visual analysis of spatio-temporal data: Applications in weather forecasting. *Computer Graphics Forum*, 34(3), 381–390. <https://doi.org/10.1111/cgf.12650>
- Geeganage, D. K., Xu, Y., & Li, Y. (2024). A semantics-enhanced topic modelling technique: Semantic-LDA. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, 18(4). <https://doi.org/10.1145/3639409>
- Hafidz, D., Wardhana, A., & Prawira, M. R. (2023). The analysis of Indonesia's climate change policies in response to the 2021 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Assessment Report/AR6 Group 1 (2021-2023). *Proceeding of IROFONIC 2023 "Global Initiatives for Sustainable Development Goals."*
- Hayati, N., Defit, S., & Nurcahyo, G. W. (2020). Optimalisasi prediksi penjualan produk herbal menggunakan metode Monte Carlo dalam meningkatkan transaksi. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 2(4), 117–122. <https://doi.org/10.37034/infeb.v2i4.54>
- Maysofa, L., & Syaliman, K. U. (2023). Implementasi forecasting pada penjualan Inaura hair care dengan metode single exponential smoothing. *Jurnal Testing Dan Implementasi Sistem Informasi*, 1(2), 82–91.
- Muharrom, M. (2023). Analisis komparasi algoritma data mining Naive Bayes, K-Nearest Neighbors dan regresi linier dalam prediksi harga emas. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(4), 430–438. <https://doi.org/10.47065/bit.v3i1>
- Nasution, M. K. M. (2020). A method for constructing a dataset to reveal the industrial behaviour of big data. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1003(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012156>
- Pacini, A. A., Rachmeler, L., & Baugh, K. (2025). NOAA's National Centers for Environmental Information space weather data inventory status. *Space Weather*, 23(7). <https://doi.org/10.1029/2025SW004529>
- Rizki, M., Priyanto, D., Martono, G. H., Sulistianingsih, N., & Syahrir, M. (2025). Perbandingan algoritma Sarima dan Prophet untuk peramalan trend penjualan voucher game online. *Jurnal Minfo Polgan*, 14(2), 1587–1598. <https://doi.org/10.33395/jmp.v14i2.15083>
- Scott, D., Hall, C. M., Rushton, B., & Gössling, S. (2024). A review of the IPCC sixth assessment and implications for tourism development and sectoral climate action.

Journal of Sustainable Tourism, 32(9), 1725–1742.
<https://doi.org/10.1080/09669582.2023.2195597>

- Sirisha, U. M., Belavagi, M. C., & Attigeri, G. (2022). Profit prediction using ARIMA, SARIMA and LSTM models in time series forecasting: A comparison. *IEEE Access*, 10, 124715–124727. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3224938>
- Vahedian, A., Zhou, X., Tong, L., Li, Y., & Luo, J. (2017). Forecasting gathering events through continuous destination prediction on big trajectory data. *GIS: Proceedings of the ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems*, 2017-November. <https://doi.org/10.1145/3139958.3140008>
- Zebua, F. J., Manalu, R. P. B., & Nababan, M. N. K. (2021). Prediksi kelulusan mahasiswa menggunakan perbandingan algoritma C5.0 dengan regresi linier. *Jurnal Teknik Informasi Dan Komputer (Tekinkom)*, 4(2), 230. <https://doi.org/10.37600/tekinkom.v4i2.400>