

Pendekatan *Artificial Neural Network* untuk Prediksi Hasil Panen Kopi dengan Metode *Backpropagation*

Muhammad Guntara, I Gusti Ayu Diah Gita Kartika Santi, Dadang Priyanto

Universitas Bumigora, Mataram, Indonesia

Correspondence : e-mail: dadang.priyanto@universitasbumigora.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu produsen kopi terbesar di dunia, dengan Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) sebagai salah satu daerah penghasil utama. Produksi kopi di NTB mengalami fluktuasi tahunan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti luas lahan, kondisi iklim, dan teknik budidaya. Untuk mendukung perencanaan dan pengambilan keputusan, diperlukan metode prediksi yang akurat. Penelitian ini bertujuan memprediksi hasil produksi kopi menggunakan pendekatan Artificial Neural Network (ANN) dengan algoritma Backpropagation, yang mampu mempelajari pola non-linear antara variabel input dan output. Dataset yang digunakan berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi NTB untuk periode 2015–2024, dengan variabel Tahun, Luas Lahan (Ha), dan Produksi (Ton). Tahapan penelitian meliputi preprocessing data dengan Min-Max Scaling, perancangan arsitektur ANN dengan struktur 2–8–8–1, pelatihan model menggunakan optimizer Adam, serta evaluasi dengan metrik MSE, RMSE, MAE, dan MAPE. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model terbaik memiliki nilai MAPE sebesar 6,93%, yang termasuk kategori akurasi sangat baik. Prediksi produksi untuk periode 2025–2030 menunjukkan tren peningkatan, dari 7.748 ton pada tahun 2025 menjadi 10.262 ton pada tahun 2030. Hasil ini membuktikan bahwa ANN dengan algoritma Backpropagation efektif digunakan untuk memprediksi hasil produksi kopi dan berpotensi mendukung pengambilan keputusan di sektor pertanian.

Kata kunci: Artificial Neural Network, Backpropagation, Prediksi Produksi Kopi, Nusa Tenggara Barat.

Abstract

Indonesia is one of the largest coffee producers in the world, with West Nusa Tenggara (NTB) as one of the main contributing regions. Coffee production in NTB fluctuates annually, influenced by factors such as land area, climate conditions, and cultivation techniques. To support planning and decision-making, an accurate prediction method is needed. This study aims to predict coffee production using the Artificial Neural Network (ANN) approach with the Backpropagation algorithm, which can learn non-linear patterns between input and output variables. The dataset was obtained from the Central Statistics Agency (BPS) of NTB Province for the period 2015–2024, consisting of Year, Land Area (Ha), and Production (Ton) variables. The research stages include data preprocessing using Min-Max Scaling, ANN architecture design with a 2–8–8–1 structure, model training using the Adam optimizer, and evaluation using MSE, RMSE, MAE, and MAPE metrics. The evaluation results show that the best model achieved a MAPE of 6.93%, categorized as highly accurate. Production forecasts for the 2025–2030 period indicate an upward trend, from 7,748 tons in 2025 to 10,262 tons in 2030. These findings demonstrate that ANN with the Backpropagation algorithm is effective for predicting coffee production and has the potential to support decision-making in the agricultural sector.

Keywords: Artificial Neural Network, Backpropagation, Coffee Production Forecast, West Nusa Tenggara.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia, dengan dua varietas utama yang dibudidayakan, yaitu Arabika dan Robusta [1], [2]. Menurut data *International Coffee Organization* (ICO), Indonesia menempati posisi keempat produsen kopi dunia [3]. Salah satu wilayah

yang berkontribusi terhadap produksi kopi nasional adalah Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) [4]. Kopi memiliki peranan penting dalam sektor agraris, baik sebagai sumber pendapatan negara maupun penggerak ekonomi daerah [5], [6].

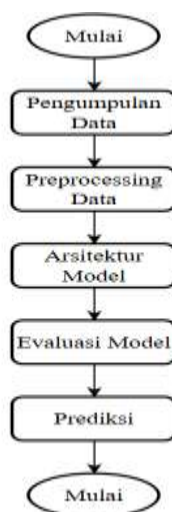
Produksi kopi bersifat fluktuatif setiap tahun, dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti luas lahan tanam, kondisi iklim, teknik budidaya, dan penerapan teknologi pertanian [7], [8]. Ketidakpastian ini menuntut adanya metode prediksi yang mampu memberikan perkiraan yang lebih akurat. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), khususnya *Artificial Neural Network* (ANN) [9], [10]. ANN meniru cara kerja otak manusia dalam memproses informasi dan mampu mempelajari pola hubungan kompleks serta *non-linear* antara variabel *input* dan *output* [11], [12].

Dalam konteks prediksi pertanian, ANN telah banyak diterapkan untuk meramalkan hasil panen komoditas seperti padi, jagung, dan kopi karena keunggulannya dalam menangani data dengan hubungan *non-linear* [13]. Algoritma *Backpropagation* merupakan salah satu metode pelatihan ANN yang paling umum digunakan, dengan prinsip memperbarui bobot jaringan secara iteratif untuk meminimalkan kesalahan prediksi [14]. Keunggulan algoritma ini adalah kemampuannya dalam menyesuaikan parameter model secara berulang sehingga meningkatkan akurasi prediksi [15].

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi NTB, yang mencakup informasi luas lahan dan produksi kopi pada periode 2015–2024. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun model prediksi hasil produksi kopi di Provinsi NTB menggunakan ANN dengan algoritma *Backpropagation*. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan sumber daya pertanian serta menjadi referensi untuk pengembangan model prediksi komoditas pertanian lainnya di Indonesia.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan prediktif yang menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) berbasis algoritma *Backpropagation* untuk memprediksi hasil produksi kopi di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). ANN dipilih karena kemampuannya dalam memodelkan hubungan *non-linear* antara variabel *input* dan *output*.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian, ada beberapa tahapan yang dilaksanakan yaitu Pengumpulan Data, *Preprocessing* Data, Arsitektur Model, Evaluasi Model dan Prediksi.

2.1. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan mengakses data resmi dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data yang digunakan mencakup periode 2015 hingga 2024 dengan tiga variabel utama, yaitu Tahun, Luas Lahan (Ha), dan Produksi Kopi (Ton). Dataset ini terdiri dari 10 entri yang merepresentasikan kondisi tahunan produksi kopi di wilayah NTB. Data ini digunakan sebagai dasar untuk membangun model prediksi hasil produksi kopi di masa mendatang.

2.2. *Preprocessing* Data

Tahap *preprocessing* dilakukan untuk menyiapkan data agar sesuai dengan kebutuhan model. Proses ini meliputi normalisasi data menggunakan metode *Min-Max Scaling* sehingga seluruh nilai berada dalam rentang $[0,1]$. Normalisasi bertujuan mempercepat proses konvergensi dan menghindari dominasi variabel dengan skala yang lebih besar. Selanjutnya, data dipisahkan menjadi variabel *input* (X) yang terdiri dari Tahun dan Luas Lahan, serta variabel target (y) yaitu Produksi Kopi. Karena jumlah data relatif kecil, seluruh dataset digunakan untuk pelatihan model dengan validasi internal berbasis *early stopping* guna mencegah *overfitting*.

2.3. Arsitektur Model

Model yang digunakan adalah *Artificial Neural Network* (ANN) dengan algoritma *Backpropagation*. Arsitektur model terdiri dari dua *neuron* pada lapisan *input* (Tahun dan Luas Lahan), dua lapisan tersembunyi masing-masing berisi delapan *neuron* dengan fungsi aktivasi *ReLU*, serta satu *neuron output* dengan fungsi aktivasi *Linear*. Proses pelatihan dilakukan menggunakan *optimizer Adam*, fungsi kerugian *Mean Squared Error* (MSE), dan maksimum 1000 *epoch*. Untuk mencegah *overfitting*, diterapkan teknik *early stopping* yang menghentikan pelatihan saat tidak terjadi peningkatan performa.

2.4. Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk mengukur kinerja prediksi yang dihasilkan. Empat metrik digunakan dalam evaluasi ini, yaitu *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Pemilihan model terbaik didasarkan pada nilai *error* terkecil dan akurasi tertinggi. Model dengan performa terbaik digunakan untuk melakukan prediksi produksi kopi untuk periode 2025–2030.

2.5. Prediksi

Tahap prediksi dilakukan dengan menggunakan model terbaik yang telah diperoleh dari proses pelatihan dan evaluasi. Prediksi dilakukan untuk periode 2025 hingga 2030 dengan memproyeksikan luas lahan menggunakan *regresi linear* sebagai salah satu *input* ke dalam model ANN. Hasil prediksi ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memberikan gambaran tren produksi kopi di Provinsi NTB pada masa mendatang.

3. Hasil dan Pembahasan

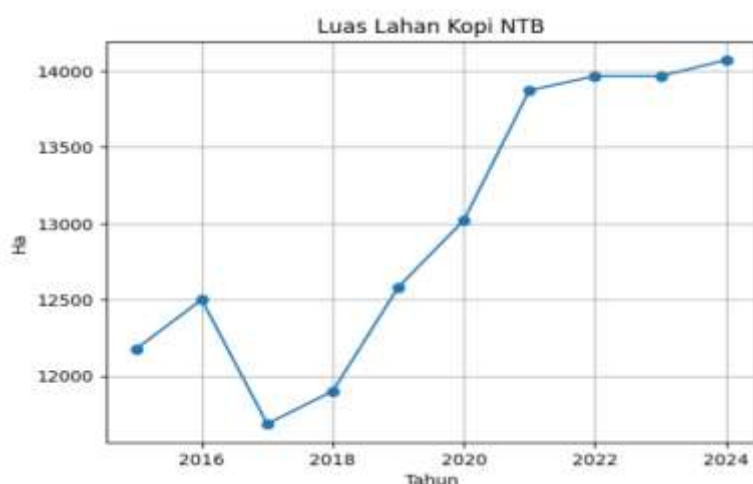
3.1. Dataset

Dataset pada penelitian ini bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Nusa Tenggara Barat yang mencatat data produksi kopi untuk periode 2015 hingga 2024. Dataset ini mencakup tiga variabel utama, yaitu Tahun, Luas Lahan (Ha), dan Produksi (Ton). Jumlah data yang digunakan sebanyak 10 entri, yang masing-masing merepresentasikan perkembangan luas lahan dan produksi kopi setiap tahunnya.

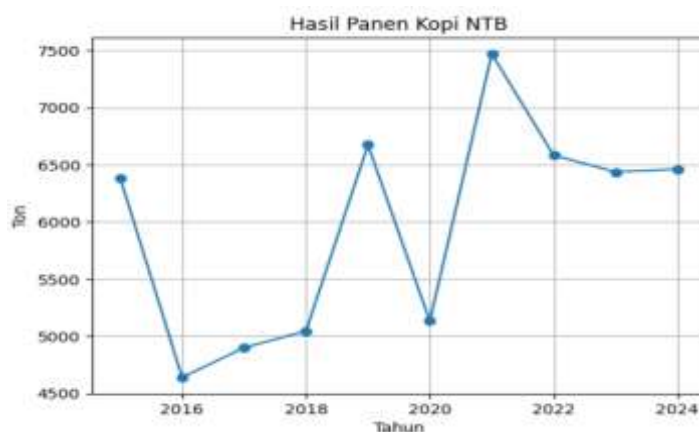
Tabel 1. Deskripsi Dataset

Tahun	Luas Lahan	Hasil Produksi
2015	12.177	6.384
2016	12.500	4.641
2017	11.685	4.901
2018	11.900	5.047
2019	12.582	6.673
2020	13.021	5.133
2021	13.873	7.469
2022	13.967	6.582
2023	13.967	6.437
2024	14.072	6.462

Secara umum, tren produksi kopi di Provinsi NTB selama periode tersebut menunjukkan pola fluktuatif, seiring dengan perubahan luas lahan. Pada beberapa tahun tertentu, produksi kopi mengalami penurunan meskipun luas lahan relatif stabil, yang mengindikasikan adanya pengaruh faktor lain seperti kondisi iklim, kualitas tanaman, dan teknik budidaya. Pola yang tidak sepenuhnya linear ini menjadi salah satu alasan penggunaan pendekatan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk memodelkan hubungan antara luas lahan dan hasil produksi kopi.



Gambar 2. Grafik Luas Lahan (Ha) Kopi Provinsi NTB



Gambar 3. Grafik Hasil Panen (Ton) Kopi Provinsi NTB

Ringkasan dataset ditampilkan pada Tabel 1, yang memuat informasi tahun pengamatan, luas lahan dalam hektar, dan total produksi kopi dalam ton. Selain itu, tren historis produksi kopi divisualisasikan pada Gambar 2 dan Gambar 3, yang memperlihatkan variasi produksi dari tahun ke tahun. Visualisasi ini menunjukkan bahwa meskipun luas lahan memiliki kecenderungan meningkat, produksi tidak selalu mengalami kenaikan secara proporsional.

3.2. Preprocessing Data

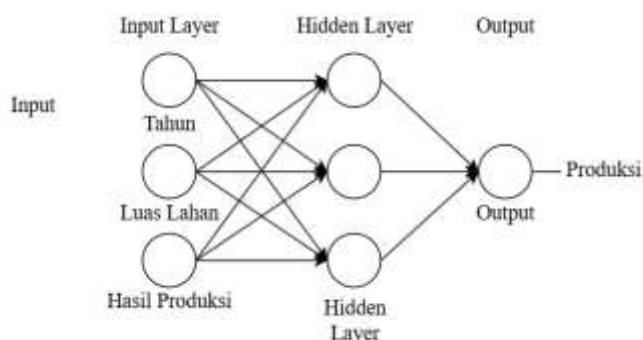
Tahap *preprocessing* dilakukan untuk menyiapkan data agar sesuai dengan kebutuhan model jaringan saraf tiruan. Proses utama yang diterapkan adalah normalisasi data menggunakan metode *Min-Max Scaling*, sehingga seluruh nilai berada pada rentang 0 hingga 1. Normalisasi ini bertujuan mempercepat proses pelatihan model dan menghindari dominasi variabel dengan nilai yang lebih besar.

Setelah dinormalisasi, data dibagi menjadi dua bagian, yaitu variabel *input* (X) yang terdiri dari Tahun dan Luas Lahan, serta variabel target (y) yang merupakan Produksi Kopi (Ton). Pemisahan ini diperlukan agar model dapat mempelajari hubungan antara luas lahan dan produksi kopi berdasarkan tahun pengamatan. Karena jumlah data relatif kecil, seluruh dataset digunakan untuk proses pelatihan model dengan validasi internal berbasis *early stopping* untuk mencegah terjadinya *overfitting*. Tahapan ini memastikan model memperoleh bobot optimal meskipun data terbatas.

3.3. Arsitektur Model

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Artificial Neural Network* (ANN) dengan algoritma *Backpropagation*. Model ini dipilih karena kemampuannya dalam mempelajari pola *non-linear* antara luas lahan dan hasil produksi kopi. ANN terdiri dari tiga jenis lapisan, yaitu lapisan *input*, lapisan

tersembunyi (*hidden layer*), dan lapisan *output*. Lapisan *input* menerima dua variabel utama, yaitu Tahun dan Luas Lahan, sedangkan lapisan *output* menghasilkan satu nilai prediksi, yaitu jumlah produksi kopi (dalam ton).



Gambar 4. Diagram Arsitektur Model ANN

Pada penelitian ini, arsitektur ANN yang digunakan terdiri dari dua lapisan tersembunyi dengan masing-masing memiliki 8 *neuron*, sehingga struktur model dapat digambarkan sebagai 2–8–8–1 (2 *neuron input*, 8 *neuron* pada masing-masing *hidden layer*, dan 1 *neuron output*). Fungsi aktivasi yang digunakan pada lapisan tersembunyi adalah *ReLU* (*Rectified Linear Unit*) karena mampu mempercepat konvergensi, sedangkan lapisan *output* menggunakan aktivasi Linear untuk mendukung prediksi nilai kontinu.

Proses pelatihan model menggunakan algoritma *Backpropagation* dengan metode optimisasi Adam dan fungsi kerugian Mean Squared Error (MSE). Untuk mencegah *overfitting*, digunakan teknik *early stopping* dengan pemantauan pada nilai *loss* validasi. Proses pelatihan dilakukan hingga model mencapai konvergensi atau maksimal 1000 epoch, dengan penurunan laju pembelajaran (*learning rate*) secara otomatis ketika tidak terjadi peningkatan kinerja model.

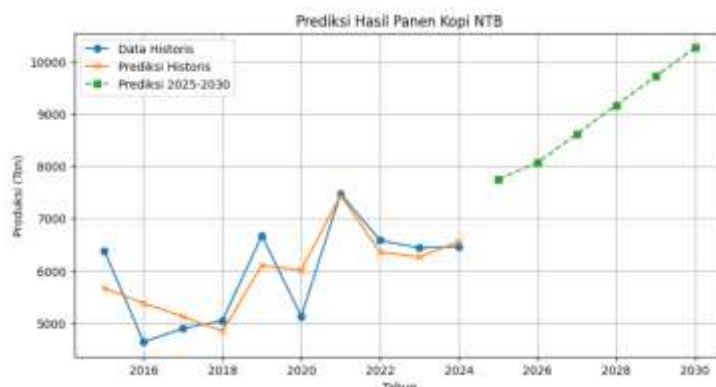
3.4. Evaluasi Model

Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan metrik *Mean Squared Error* (MSE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Metrik ini digunakan untuk mengukur sejauh mana prediksi model mendekati nilai aktual. Semakin kecil nilai MSE, RMSE, dan MAE, serta semakin rendah persentase MAPE, maka semakin baik performa model.

Tabel 2. Hasil Kinerja Model ANN

Model	MSE	RMSE	MAE	MAPE	Epoch
A_8x8	411599.18750	641.559964	497.212830	8.764443	1000
B_4x4	441482.75000	664.441683	536.865723	9.591316	1000
C_2	820871.87500	906.019798	833.899292	14.627161	264
D_ref_4x2	233566.65625	483.287343	385.049469	6.930653	1000

Hasil evaluasi kinerja model ANN disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan metrik yang dihitung, model dengan arsitektur D_ref_4x2 (dua *hidden layer* masing-masing 4 *neuron*) menunjukkan kinerja terbaik dengan nilai MSE sebesar 233.566,66, RMSE sebesar 483,29, MAE sebesar 385,05, dan MAPE sebesar 6,93%. Menurut kategori akurasi prediksi, nilai MAPE di bawah 10% termasuk dalam kategori sangat baik, sehingga model ini dipilih untuk memprediksi hasil produksi kopi pada periode 2025–2030. Model dengan arsitektur A_8x8 dan B_4x4 juga memberikan performa yang cukup baik, dengan MAPE masing-masing 8,76% dan 9,59%. Sementara itu, model C_2 yang memiliki arsitektur lebih sederhana menghasilkan error yang lebih besar dengan MAPE 14,63%, yang menunjukkan keterbatasan model dengan jumlah *neuron* yang terlalu sedikit dalam mempelajari pola data.



Gambar 5. Data Historis dan Proyeksi Produksi Kopi Provinsi NTB

Gambar 5 menampilkan perbandingan antara data aktual (data historis) dan prediksi model untuk periode 2015–2024. Hasilnya menunjukkan bahwa pola prediksi mengikuti tren data aktual dengan tingkat kesalahan yang rendah, sesuai dengan nilai MAPE yang berada di bawah 10%. Selain itu, grafik juga menyajikan proyeksi produksi kopi untuk periode 2025–2030, yang menunjukkan tren peningkatan seiring dengan bertambahnya luas lahan.

3.5. Hasil Prediksi

Tabel 3. Prediksi Produksi Hasil Panen Kopi Provinsi NTB 2025-2030

Tahun	Prediksi Luas Lahan (Ha)	Prediksi Produksi (Ton)
2025	14.477	7.748
2026	14.750	8.068
2027	15.024	8.617
2028	15.297	9.165
2029	15.570	9.714
2030	15.843	10.262

Prediksi rinci untuk periode 2025–2030 disajikan pada Tabel 3, yang menunjukkan bahwa luas lahan kopi diperkirakan meningkat dari 14.477 Ha pada tahun 2025 menjadi 15.843 Ha pada tahun 2030. Seiring dengan itu, produksi kopi juga diproyeksikan naik dari 7.748 ton pada tahun 2025 menjadi 10.262 ton pada tahun 2030. Tren ini mengindikasikan potensi peningkatan produksi yang signifikan, meskipun keberhasilannya tetap dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti iklim, teknik budidaya, dan ketersediaan sumber daya.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *Artificial Neural Network* (ANN) dengan algoritma *Backpropagation* efektif untuk memprediksi hasil produksi kopi di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Model terbaik diperoleh dengan arsitektur 4-2 yang menghasilkan nilai MAPE sebesar 6,93%, yang termasuk kategori akurasi sangat baik. Hasil prediksi untuk periode 2025–2030 menunjukkan tren peningkatan produksi dari 7.748 ton pada tahun 2025 menjadi 10.262 ton pada tahun 2030, seiring dengan proyeksi peningkatan luas lahan. Temuan ini menegaskan bahwa pemanfaatan ANN dapat menjadi alternatif metode prediksi yang andal untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan produksi kopi di NTB.

5. Saran

Penelitian ini masih memiliki ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Disarankan untuk menambahkan variabel input lain seperti curah hujan, suhu, dan kualitas tanah agar akurasi prediksi semakin tinggi. Selain itu, penggunaan dataset dengan rentang waktu yang lebih panjang juga dianjurkan agar model dapat mempelajari pola historis secara lebih mendalam. Penelitian di masa mendatang juga dapat membandingkan kinerja ANN dengan metode lain, seperti optimisasi *hybrid* (misalnya ANN-GA) atau pendekatan berbasis *Deep Learning*, untuk mendapatkan hasil prediksi yang lebih optimal. Terakhir, pengembangan sistem prediksi yang terintegrasi dalam bentuk aplikasi digital dapat dilakukan agar hasil prediksi dapat dimanfaatkan secara praktis oleh petani, pemerintah, dan pelaku usaha kopi di Provinsi NTB.

Daftar Pustaka

- [1] Niken Zahra Afifah, Rahma Indri Septiani, dan Riza Amelia Putri, “Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi Dan Ekspor Pada Komoditi Kopi,” *J. Ilm. Res. Student*, vol. 2, no. 1, hal. 473–480, 2025, doi: 10.61722/jirs.v2i1.3710.
- [2] S. Widiastutie, A. Pradhanawati, dan M. Agung Sardjono, “Diplomasi Kopi Indonesia di Kancanah Dunia Chusnu Syarifa Diah Kusuma Universitas Negeri Yogyakarta,” *Indones. Perspect.*, vol. 7, no. 2, hal. 180–204, 2022, doi: doi.org/10.14710/ip.v7i2.50778.
- [3] E. S. Azizi, “Daya Saing Kopi Indonesia di Pasar Internasional dalam 3 Dekade Terakhir,” *J. Agribus. Sci. Rural Dev.*, vol. 3, no. 1, hal. 45–59, 2023, doi: 10.32639/jasrd.v3i1.728.
- [4] M. Hikmat, D. Puspita Hati, M. Media Pratamaningsih, dan Sukarman, “Kajian Lahan Kering Berproduktivitas Tinggi di Nusa Tenggara untuk Pengembangan Pertanian,” *J. Pertan.*, vol. 16, no. 2, hal. 119–133, 2022, doi: http://dx.doi.org/10.21082/jsdl.v16n2.2022.119-133.
- [5] M. Martanto, D. Nur Aisyah, dan R. Indriawan, “Peluang Industri Pertanian Komoditas Kopi (Coffe) Di Kecamatan Seponti Kabupaten Kayong Utara Desa Sungai Sepeti,” *J. Teknol. Pangan dan Ind. Perkeb.*, vol. 4, no. 2, hal. 60–67, 2024, doi: 10.58466/lipida.v4i2.1648.
- [6] A. Rahim dan H. Lestari, “Analisis Pendapatan dan Keuntungan Usahatani Kopi di Susun Punik Kecamatan Batulante,” *J. Ekon. dan Bisnis*, vol. 12, no. 3, hal. 342–351, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <http://e-journalppmunsa.ac.id/index.php/jebPp.342-351>
- [7] M. W. Ramadhani dan L. P. Suciati, “Karakteristik Sistem Pertanian Kopi Rakyat Berbasis CSA (Climate Smart Agriculture) Dan Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Di Kabupaten Jember,” *J. Ekon. Pertan. dan Agribisnis*, vol. 8, no. 3, hal. 1112–1118, 2024, doi: doi.org/10.21776/ub.jepa.2024.008.03.24.
- [8] S. KURNIA, “Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Kopi Di Indonesia,” *JISMA J. Ilmu Sos. Manajemen, dan Akunt.*, vol. 1, no. 6, hal. 805–812, 2022, doi: 10.59004/jisma.v1i6.288.
- [9] Bagus Arya Atmaja, Gery Samuel Gultom, Jhon Hansen Manurung, dan Victor Asido Elyakim P, “Penerapan Metode Backpropagation dalam Jaringan Saraf Tiruan untuk Meningkatkan Prediksi Produksi Kentang di Sumatera,” *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 6, hal. 674–683, 2024, doi: 10.55123/insologi.v3i6.4658.
- [10] B. S. Laili, D. T. Utomo, dan D. Wijanarko, “Implementasi Metode Backpropagation Neural Network Dalam Memprediksi Hasil Produksi Kedelai,” *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 10, no. 1, hal. 1–6, 2023, doi: 10.25047/jtit.v10i1.145.
- [11] A. Rifa’i, “Prediksi Inflasi Indonesia Berdasarkan Fuzzy Ann Menggunakan Algoritma Genetika,” *J. ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, hal. 12–24, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.215.
- [12] Nurhadi dan B. Hendrik, “Tinjauan sistematis peran jaringan saraf tiruan dan deep learning dalam diagnosa demam berdarah dan tifus,” *J. Inform. Manaj. dan Komput.*, vol. 16, no. 2, hal. 1–13, 2024.
- [13] A. Dafid, H. Sukri, dan M. Sholeh, “Sistem Peramalan Hasil Produksi Jagung Di Kabupaten Sumenep Dengan Pendekatan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Forecasting System of Maize Production Result in Sumenep Regency With Artificial Neural Network Backpropagation Approach,” *J. SimanteC*, vol. 12, no. 2, hal. 27–40, 2024, doi: <https://doi.org/10.21107/simantec.v12i2.26036>.
- [14] I. I. Ridho, C. F. Ramadhani, dan A. P. Windarto, “Penerapan Artificial Neural Network dengan Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Harga Saham (Kasus: PT. Bank BCA, Tbk),” *Jurasik (Jurnal Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 1, hal. 295–303, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.30645/jurasik.v8i1.612>.
- [15] O. Nurdiawan, F. Fathurrohman, dan A. Faqih, “Optimisasi Model Backpropagation untuk Meningkatkan Deteksi Kejang Epilepsi pada Sinyal Electroencephalogram,” *Inf. Syst. Educ. Prof. J. Inf. Syst.*, vol. 9, no. 2, hal. 151–160, 2024, doi: <https://doi.org/10.51211/isbi.v9i2.3187>.