KAMPUS AKADEMIK PUBLISING
Jurnal Sains Student Research (JSSR)
Vol.4, No.6 Desember 2026
e-ISSN: 3025-9851, p-ISSN : 3025-986X, Hal 206-211
DOI : https://doi.org/10.61722/jssr.v4i6.12832

KLASIFIKASI PREDIKSI SERANGAN HAMA PADA KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN ALGORITMA ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Hardiansyah[1], Marah Doly Nasution[2*]
[1,2] Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia
*Penulis Korespondensi: hardiansyahhh20@icloud.com

Abstract. *Pest attacks are one of the main obstacles in oil palm cultivation that can significantly reduce productivity if not detected and handled early. The manual pest observation methods commonly used by plantation managers are reactive and time-consuming, so pest attacks are often only recognized after they have spread widely. This study aims to build a classification model for oil palm pest types (Ulat Api, Ulat Kantong, and Tikus) using an Artificial Neural Network (ANN) algorithm based on environmental parameters, namely air temperature, humidity, rainfall, and plant age, and to determine the optimal ANN architecture configuration. The research data were collected directly (primary data) from an oil palm plantation in Desa Sukarame Baru, Kualuh Hulu Subdistrict, Labuhanbatu Utara Regency, consisting of 100 weekly observations throughout 2024. The data were processed through normalization using StandardScaler and class balancing using SMOTE, then tested on three ANN architecture scenarios (4-8-3, 4-10-8-3, and 4-16-8-3) using ReLU, Softmax, and the Adam optimizer. The test results show that the 4-8-3 and 4-16-8-3 architectures achieved the highest accuracy of 70.0%, while the 4-10-8-3 architecture achieved 50.0%. The 4-16-8-3 architecture was selected as the best architecture due to slightly higher precision, recall, and F1-score. This study concludes that the ANN algorithm is able to classify oil palm pest types based on environmental parameters, although performance remains moderate due to limited data.*

Keywords: *Oil Palm, Pest, Artificial Neural Network, Classification, SMOTE*

Abstrak. Serangan hama merupakan salah satu kendala utama dalam budi daya kelapa sawit yang dapat menurunkan produktivitas apabila tidak dideteksi sejak dini. Metode pengamatan manual yang selama ini digunakan pengelola perkebunan bersifat reaktif dan membutuhkan waktu lama, sehingga serangan hama sering baru diketahui setelah meluas. Penelitian ini bertujuan membangun model klasifikasi jenis hama kelapa sawit (Ulat Api, Ulat Kantong, dan Tikus) menggunakan algoritma Artificial Neural Network (ANN) berdasarkan data suhu udara, kelembaban, curah hujan, dan umur tanaman, serta menentukan konfigurasi arsitektur ANN yang optimal. Data primer dikumpulkan langsung dari perkebunan kelapa sawit di Desa Sukarame Baru, Kecamatan Kualuh Hulu, Kabupaten Labuhanbatu Utara, sebanyak 100 observasi mingguan sepanjang 2024, lalu diolah melalui normalisasi StandardScaler dan penyeimbangan kelas dengan SMOTE. Tiga skenario arsitektur ANN diuji (4-8-3, 4-10-8-3, dan 4-16-8-3) dengan fungsi aktivasi ReLU, Softmax, dan optimizer Adam. Hasil pengujian menunjukkan arsitektur 4-8-3 dan 4-16-8-3 menghasilkan accuracy tertinggi (70,0%), sementara 4-10-8-3 memperoleh accuracy 50,0%. Arsitektur 4-16-8-3 dipilih sebagai arsitektur terbaik karena precision, recall, dan F1-score yang sedikit lebih unggul. Penelitian ini menyimpulkan algoritma ANN mampu mengklasifikasikan jenis hama kelapa sawit berdasarkan parameter lingkungan, meskipun performa yang diperoleh masih moderat akibat keterbatasan jumlah dan variasi data.

Kata kunci: *Kelapa Sawit, Hama, Artificial Neural Network, Klasifikasi, SMOTE*

Naskah Masuk:11 September 2026; Revisi: 12 September 2026; Diterima: 13 September 2026; Terbit: 26 September 2026

1. LATAR BELAKANG

Sektor perkebunan kelapa sawit memegang peranan strategis dalam perekonomian Indonesia sebagai komoditas unggulan penghasil minyak nabati, dengan Indonesia tercatat sebagai produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Namun demikian, produktivitas perkebunan kelapa sawit senantiasa menghadapi tantangan dari serangan hama, di antaranya ulat api (Setothosea asigna), ulat kantong (Metisa plana), dan tikus (Rattus tiomanicus), yang apabila tidak ditangani sejak dini dapat menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021).

Permasalahan utama yang dihadapi pengelola perkebunan saat ini adalah keterlambatan dalam mendeteksi dan merespons serangan hama, karena metode pengamatan manual bersifat reaktif dan bergantung pada intensitas kunjungan lapangan. Padahal, serangan hama pada perkebunan kelapa sawit dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan yang saling berinteraksi secara non-linear, seperti curah hujan, suhu udara, kelembaban, dan umur tanaman (Ruslan et al., 2019; Salim et al., 2022).

Perkembangan Artificial Intelligence (AI), khususnya Artificial Neural Network (ANN), membuka peluang untuk membangun sistem klasifikasi prediktif berbasis data parameter lingkungan yang lebih murah dan mudah diterapkan dibandingkan pendekatan penginderaan jauh berbasis citra yang digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya (Muhathir et al., 2024). Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) menguji kemampuan algoritma ANN dalam mengklasifikasikan jenis hama kelapa sawit berdasarkan data suhu udara, kelembaban, curah hujan, dan umur tanaman; (2) mengukur performa model menggunakan metrik accuracy, precision, recall, dan F1-score; dan (3) menentukan konfigurasi arsitektur ANN yang paling optimal di antara tiga skenario yang diuji.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen (experimental research). Data yang digunakan merupakan data primer hasil pengamatan langsung di perkebunan kelapa sawit milik peneliti di Desa Sukarame Baru, Kecamatan Kualuh Hulu, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Provinsi Sumatera Utara, sebanyak 100 observasi mingguan sepanjang tahun 2024. Setiap observasi terdiri atas empat variabel

input, yaitu suhu udara rata-rata, kelembaban relatif, curah hujan, dan umur tanaman, dengan label target berupa jenis hama yang menyerang (Ulat Api, Ulat Kantong, atau Tikus).

Data mentah terlebih dahulu dinormalisasi menggunakan StandardScaler, yaitu transformasi $z = (x - \mu) / \sigma$, sehingga setiap variabel memiliki rata-rata 0 dan simpangan baku 1. Untuk mengatasi ketidakseimbangan jumlah sampel antar kelas, data latih diseimbangkan menggunakan Synthetic Minority Oversampling Technique atau SMOTE (Chawla et al., 2002). Data selanjutnya dibagi menjadi data latih (80%) dan data uji (20%) secara proporsional (stratified).

Model klasifikasi dibangun menggunakan arsitektur ANN feedforward multilayer perceptron (MLP) dengan algoritma pelatihan backpropagation, fungsi aktivasi ReLU pada hidden layer, fungsi aktivasi Softmax pada output layer, dan optimizer Adam (Kingma & Ba, 2015). Tiga skenario arsitektur diuji dan dibandingkan, yaitu 4-8-3 (satu hidden layer, 8 neuron), 4-10-8-3 (dua hidden layer, 10 dan 8 neuron), serta 4-16-8-3 (dua hidden layer, 16 dan 8 neuron). Performa tiap arsitektur dievaluasi menggunakan confusion matrix untuk memperoleh nilai accuracy, precision, recall, dan F1-score pada data uji.

Sebagai bentuk validasi, dilakukan pula simulasi perhitungan manual forward propagation (perkalian matriks bobot, penjumlahan bias, aktivasi ReLU, dan Softmax) untuk satu sampel data uji, yang kemudian dibandingkan dengan keluaran aktual sistem guna memastikan kesesuaian implementasi algoritme dengan konsep teoritisnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perbandingan Arsitektur ANN

Hasil pengujian tiga skenario arsitektur ANN pada data uji disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Ketiga Arsitektur ANN

Arsitektur	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)
4-8-3	70,0	77,1	69,4	70,8
4-10-8-3	50,0	53,8	46,5	47,9

4-16-8-3	70,0	73,0	71,3	71,3

Berdasarkan Tabel 1, arsitektur 4-8-3 dan 4-16-8-3 menghasilkan accuracy yang setara (70,0%), lebih tinggi dibandingkan arsitektur 4-10-8-3 (50,0%). Arsitektur 4-16-8-3 unggul tipis pada precision, recall, dan F1-score dibandingkan 4-8-3, sehingga dipilih sebagai arsitektur terbaik. Penambahan jumlah neuron dan hidden layer terbukti memengaruhi kinerja model, namun peningkatannya tidak selalu linear, sebagaimana ditunjukkan oleh performa arsitektur 4-10-8-3 yang justru lebih rendah.

3.2 Validasi Perhitungan Manual

Untuk memvalidasi kesesuaian implementasi algoritme dengan konsep teoritis ANN, dilakukan simulasi perhitungan manual forward propagation pada satu sampel data uji dan dibandingkan dengan keluaran sistem. Hasil perbandingan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Sistem

Output	Kelas	Probabilitas Manual	Probabilitas Sistem
Jenis Hama	Tikus	76,39%	76,39%
Jenis Hama	Ulat Api	3,74%	3,74%
Jenis Hama	Ulat Kantong	19,87%	19,87%
Tingkat Serangan	Berat	29,52%	29,52%
Tingkat Serangan	Ringan	2,84%	2,84%
Tingkat Serangan	Sedang	67,64%	67,64%

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan nilai probabilitas yang identik antara perhitungan manual dan keluaran sistem untuk kedua output (Jenis Hama dan Tingkat Serangan), dengan hasil klasifikasi akhir Tikus dan Sedang sesuai label aktual pada data. Hal ini membuktikan bahwa proses forward propagation pada sistem telah diimplementasikan sesuai dengan konsep perhitungan ANN secara teoritis.

3.3 Pembahasan

Nilai accuracy tertinggi yang diperoleh (70,0%) tergolong moderat, yang dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Pertama, jumlah data penelitian masih tergolong terbatas (100 observasi), sehingga model memiliki keterbatasan dalam mempelajari pola hubungan antar-variabel secara menyeluruh. Kedua, tahap preprocessing berupa normalisasi dan SMOTE membantu menstabilkan proses pelatihan namun tidak sepenuhnya mengatasi keterbatasan variasi data. Ketiga, ukuran data uji yang hanya 20 sampel membuat selisih kinerja antar-arsitektur perlu dibaca secara hati-hati karena rentan terhadap variasi acak. Hasil ini sejalan dengan penelitian Salim et al. (2022) dan Ruslan et al. (2019) yang juga melaporkan bahwa performa model prediksi hama berbasis parameter cuaca sangat dipengaruhi oleh ketersediaan dan variasi data historis.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma Artificial Neural Network (ANN) dapat diterapkan untuk mengklasifikasikan jenis hama kelapa sawit (Ulat Api, Ulat Kantong, dan Tikus) berdasarkan variabel suhu udara, kelembaban, curah hujan, dan umur tanaman. Dari tiga skenario arsitektur yang diuji, arsitektur 4-16-8-3 memberikan performa terbaik dengan accuracy 70,0%, precision 73,0%, recall 71,3%, dan F1-score 71,3%. Validasi melalui perhitungan manual forward propagation menunjukkan hasil yang identik dengan keluaran sistem, membuktikan implementasi algoritme telah sesuai dengan konsep teoritisnya. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan jumlah dan variasi data yang lebih besar, mencakup periode pengamatan yang lebih panjang, serta mempertimbangkan variabel tambahan seperti intensitas cahaya matahari atau kondisi tanah, agar model dapat digeneralisasi dengan lebih baik.

DAFTAR REFERENSI

Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O., & Kegelmeyer, W. P. (2002). SMOTE: Synthetic minority over-sampling technique. Journal of Artificial Intelligence Research, 16, 321–357.

Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun). (2021). Prediksi luas serangan berat dan kerugian hasil akibat hama ulat api pada triwulan II tahun 2021 pada tanaman kelapa sawit. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Kingma, D. P., & Ba, J. (2015). Adam: A method for stochastic optimization. International Conference on Learning Representations (ICLR).

Muhathir, Lubis, A. H., Wardani, D. K., Pradana, M. G., Sahputra, I., & Ula, M. (2024). Optimizing VGG16 for accurate pest identification in oil palm: A comparative study of fine-tuning techniques. International Journal of Information Engineering and Electronic Business.

Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., & Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. Journal of Machine Learning Research, 12, 2825–2830.

Ruslan, S. A., Muharam, F. M., Zulkafli, Z., Omar, D., & Zambri, M. P. (2019). Using satellite-measured relative humidity for prediction of Metisa plana's population in oil palm plantations: A comparative assessment of regression and artificial neural network models. Ecological Informatics.

Salim, M. Z., Mohd Zahir, M. H., Muharam, F. M., Adam, N. A., Omar, D., Husin, N. A., & Syed Ali, S. M. F. (2022). Weather-based forecasting model for the presence of Metisa plana in oil palm plantation using feature selection in artificial neural network. Agriculture.