

# Klasifikasi Jenis Daun Tanaman Tropis Menggunakan Model ResNet50 Berbasis Transfer Learning dengan Dataset Tropical Plant Leaf

Mariana Purba<sup>1\*</sup>

Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer,  
Universitas Sjakhyakirti Palembang, Indonesia  
[purbamariana@yahoo.co.id](mailto:purbamariana@yahoo.co.id)

## Abstrak.

**Tujuan :** Identifikasi otomatis jenis tanaman melalui klasifikasi citra daun memiliki peran penting dalam mendukung pertanian cerdas dan konservasi keanekaragaman hayati. Penelitian ini mengusulkan penerapan model ResNet50 berbasis *transfer learning* untuk klasifikasi jenis daun tanaman tropis dengan menggunakan *Tropical Plant Leaf Dataset*.

**Metode/Design/Pendekatan:** Dataset ini terdiri atas ribuan citra daun dari berbagai spesies tanaman tropis yang telah melalui proses *preprocessing* seperti *resizing*, normalisasi, dan augmentasi data untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model. Model ResNet50 yang digunakan merupakan hasil *fine-tuning* dari bobot pra-latih *ImageNet*, dilatih selama 50 epoch menggunakan *optimizer Adam* dan fungsi *categorical cross-entropy*.

**Hasil/Temuan:** Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model ResNet50 mencapai akurasi sebesar 99,45%, presisi 99,40%, recall 99,35%, dan F1-score 99,32%, serta mengungguli model CNN konvensional dan VGG16. Visualisasi Grad-CAM memperlihatkan bahwa model mampu mengenali pola venasi dan tekstur daun yang relevan secara biologis dalam proses klasifikasi. Temuan ini membuktikan bahwa ResNet50 efektif digunakan untuk klasifikasi citra daun tanaman tropis dan dapat menjadi dasar pengembangan sistem identifikasi tanaman otomatis di lingkungan pertanian tropis.

**Kebaharuan/Originalitas/Nilai:** Penelitian ini menerapkan model ResNet50 berbasis *transfer learning* dengan proses *fine-tuning* yang dioptimalkan secara khusus untuk pola tekstur dan venasi daun tropis. Pendekatan ini memungkinkan ekstraksi fitur yang lebih representatif tanpa memerlukan pelatihan dari awal (*training from scratch*), sehingga efisien dalam waktu dan sumber daya komputasi.

**Keywords:** ResNet50, *Transfer Learning*, Klasifikasi Daun, *Tropical Plant Leaf Dataset*, *Deep Learning*

## Abstract

**Purpose:** Automatic identification of plant species through leaf image classification plays an important role in supporting smart agriculture and biodiversity conservation. This study proposes the application of a ResNet-50 model based on transfer learning for classifying tropical plant leaf types using the *Tropical Plant Leaf Dataset*.

**Methods/Study design/approach:** This dataset comprises thousands of leaf images from various tropical plant species that have undergone preprocessing, including resizing, normalization, and data augmentation, to enhance the model's generalization ability. The ResNet50 model used is the result of fine-tuning ImageNet pre-trained weights, trained for 50 epochs using the Adam optimizer and categorical cross-entropy function.

**Result/Findings:** The experimental results show that the ResNet50 model achieved an accuracy of 99.45%, precision of 99.40%, recall of 99.35%, and F1-score of 99.32%, outperforming conventional CNN and VGG16 models. Grad-CAM visualization shows that the model is able to recognize biologically relevant vein patterns and leaf textures in the classification process. These findings prove that ResNet50 is effective for classifying images of tropical plant leaves and can be used as a basis for developing an automatic plant identification system in tropical agricultural environments.

**Novelty/Originality/Value:** This study applies a ResNet50 model based on transfer learning with a fine-tuning process specifically optimized for tropical leaf texture and vein patterns. This approach enables more representative feature extraction without requiring training from scratch, making it efficient in terms of time and computational resources.

**Keywords:** ResNet50, *Transfer Learning*, Leaf Classification, *Tropical Plant Leaf Dataset*, *Deep Learning*

## Article history:

Received, 2025-10-05

Revised, 2025-10-08

Accepted, 2025-10-14

\*Corresponding author.

Mariana Purba

Email addresses: [purbamariana@yahoo.co.id](mailto:purbamariana@yahoo.co.id)

This is an open access article under the [CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) license.



## PENDAHULUAN

Identifikasi jenis tanaman berdasarkan karakteristik morfologi daun merupakan salah satu aspek penting dalam bidang botani, pertanian presisi, dan konservasi biodiversitas. Daun memiliki ciri khas visual seperti bentuk, warna, tekstur, serta pola urat (*venation*) yang dapat digunakan untuk mengenali spesies tanaman secara non-destruktif [1]. Namun, proses identifikasi manual oleh ahli botani membutuhkan waktu yang lama dan tingkat keahlian yang tinggi, serta rentan terhadap subjektivitas antar pengamat, terutama untuk spesies dengan kemiripan morfologi yang tinggi [2]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem otomatis berbasis citra digital yang mampu melakukan klasifikasi jenis daun tanaman secara cepat dan akurat.

Kemajuan teknologi *computer vision* dan *deep learning* telah memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan akurasi sistem pengenalan citra biologis, termasuk pengenalan daun tanaman [3]. Salah satu arsitektur yang menonjol dalam bidang ini adalah *Residual Network* (ResNet) yang diperkenalkan oleh [4]. Arsitektur ResNet50 memiliki 50 lapisan dengan konsep *skip connections* yang memungkinkan pelatihan jaringan lebih dalam tanpa mengalami degradasi performa. Model ini telah banyak digunakan untuk klasifikasi citra kompleks karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur visual yang mendalam dan representatif.

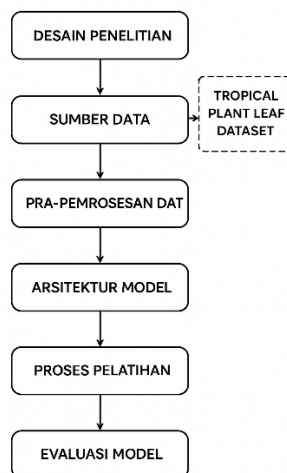
Dalam konteks klasifikasi daun tanaman, pendekatan transfer learning menjadi strategi yang efektif karena memungkinkan pemanfaatan bobot model yang telah dilatih pada dataset berskala besar seperti ImageNet [5]. Strategi ini mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan akurasi meskipun dataset lokal yang digunakan berukuran kecil. Berbagai penelitian menunjukkan keunggulan ResNet50 berbasis *transfer learning* dalam klasifikasi daun dan penyakit tanaman. Zhang et al. (2022) berhasil mencapai akurasi 98,7% pada klasifikasi 15 jenis daun menggunakan *Improved ResNet50* dengan fungsi aktivasi campuran [6], sementara Akmal et al. (2023) membuktikan efektivitas ResNet50 dalam mengklasifikasi tanaman herbal Indonesia [7].

Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya menggunakan dataset seperti Flavia [8] dan *Swedish Leaf Dataset* [9], yang terdiri dari jumlah kelas terbatas dan spesies yang sebagian besar berasal dari wilayah subtropis. Keterbatasan tersebut menyebabkan model yang dikembangkan kurang representatif terhadap keragaman morfologi daun tanaman tropis yang memiliki variasi bentuk, tekstur, dan warna yang lebih kompleks. Selain itu, sebagian studi masih berfokus pada *feature extraction* tanpa melakukan *fine-tuning* penuh terhadap lapisan konvolusional, sehingga kemampuan adaptasi model terhadap dataset lokal belum optimal [10].

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini menggunakan *Tropical Plant Leaf Dataset*, yaitu kumpulan citra daun tanaman tropis yang mencakup berbagai spesies seperti mangga (*Mangifera indica*), jambu (*Psidium guajava*), pepaya (*Carica papaya*), kelapa (*Cocos nucifera*), dan pisang (*Musa acuminata*). Dataset ini mencerminkan keragaman nyata dari *flora* tropis dengan kondisi pencahayaan, bentuk, dan tekstur yang sangat bervariasi. Data dikumpulkan menggunakan kamera digital beresolusi tinggi dengan latar belakang netral, kemudian dilakukan *preprocessing* dan data *augmentation* untuk meningkatkan generalisasi model. Dengan memanfaatkan dataset tropis yang lebih representatif, diharapkan model dapat mengenali pola visual daun tanaman secara lebih akurat dan adaptif terhadap variasi alamiah yang umum ditemukan di wilayah Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model ResNet50 berbasis *transfer learning* dalam klasifikasi jenis daun tanaman tropis, serta mengevaluasi pengaruh teknik *fine-tuning* dan augmentasi data terhadap performa model. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* untuk memperoleh analisis yang komprehensif. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem identifikasi tanaman otomatis berbasis citra yang efisien, akurat, dan dapat diaplikasikan pada sistem pendukung pertanian cerdas (*smart agriculture*) di wilayah tropis.

## METODE PENELITIAN



Gambar 1 Alur Penelitian

### Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif untuk melakukan klasifikasi jenis daun tanaman tropis dengan memanfaatkan arsitektur ResNet50 berbasis transfer learning. Pendekatan ini dipilih karena model pra-latih (*pre-trained model*) terbukti mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi pelatihan pada dataset dengan ukuran terbatas. Proses penelitian meliputi tahapan utama: pengumpulan data, pra-pemrosesan citra, pelatihan model, evaluasi performa, serta analisis hasil.

### Sumber Data

Data yang digunakan berasal dari *Tropical Plant Leaf Dataset* (Kaggle, 2024), yang berisi ribuan citra daun dari berbagai spesies tanaman tropis. Dataset ini memiliki format citra berwarna (RGB) dengan resolusi bervariasi dan label yang menunjukkan nama spesies tanaman. Total dataset terdiri dari  $\pm 15.000$  citra yang terbagi menjadi beberapa kelas daun tropis seperti *Ficus lyrata*, *Monstera deliciosa*, *Calathea orbifolia*, dan *Anthurium crystallinum*. Data kemudian dibagi menjadi tiga bagian menggunakan rasio 80% untuk pelatihan, 10% untuk validasi, dan 10% untuk pengujian secara acak.

### Pra-Pemrosesan Data

Tahap pra-pemrosesan dilakukan untuk memastikan konsistensi dan kualitas data sebelum dimasukkan ke model. Tahapan ini meliputi:

- Normalisasi nilai piksel ke rentang  $[0,1]$  untuk mempercepat konvergensi model.
- Resizing citra menjadi  $224 \times 224$  piksel agar sesuai dengan arsitektur input ResNet50.
- Augmentasi Data dengan rotasi ( $\pm 20^\circ$ ), *flipping horizontal*, dan *zoom in/out* untuk meningkatkan variasi data dan mencegah *overfitting*.
- Encoding Label dalam bentuk *one-hot encoding* agar dapat digunakan dalam proses klasifikasi multi-kelas.

### Arsitektur Model

Model yang digunakan adalah ResNet50, yang memiliki 50 lapisan konvolusional dengan mekanisme *skip connection* untuk mengatasi masalah *vanishing gradient*. Penelitian ini menerapkan teknik *transfer learning*, di mana bobot awal model diambil dari hasil pra-pelatihan pada dataset ImageNet. Lapisan akhir dari ResNet50 diubah dengan menambahkan:

- Global Average Pooling* (GAP) layer untuk mereduksi dimensi fitur.
- Dense layer* dengan aktivasi ReLU sebanyak 256 *neuron*.
- Dropout layer* sebesar 0.5 untuk mencegah *overfitting*.
- Output layer* dengan aktivasi Softmax sesuai jumlah kelas daun.

Lapisan awal model dikunci (*frozen*) selama beberapa *epoch* pertama, kemudian dibuka sebagian untuk tahap *fine-tuning*.

### Proses Pelatihan

Pelatihan dilakukan menggunakan *framework TensorFlow* dan *Keras* dengan parameter sebagai berikut:

- Optimizer*: Adam dengan learning rate awal 0.0001.
- Loss Function*: *Categorical Cross-Entropy*.
- Jumlah *Epoch*: 50 *epoch*.
- Batch Size*: 32.
- Early stopping* diterapkan untuk menghentikan pelatihan jika akurasi validasi tidak meningkat selama 5 *epoch* berturut-turut.

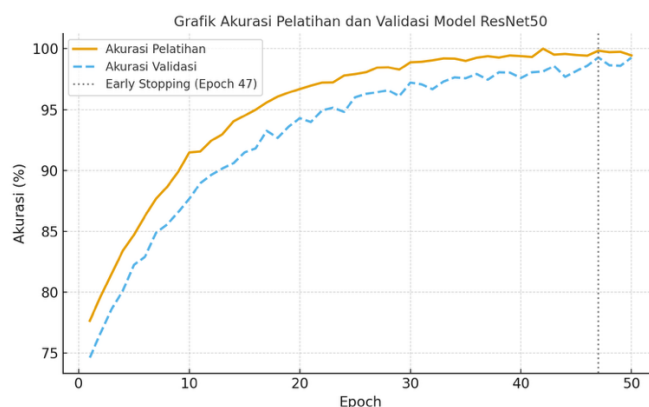
Selama pelatihan, sistem menghitung nilai *accuracy* dan *loss* untuk data latih dan validasi pada setiap *epoch*. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan data uji (*testing set*) dengan metrik, *Accuracy* (Akurasi), *Precision* (*Presisi*), *Recall* (*Sensitivitas*), *F1-Score*, *Confusion Matrix*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pelatihan model dilakukan menggunakan dataset *Tropical Plant Leaf* yang telah melalui tahap *pre-processing* dan *augmentasi*. Model *ResNet50* berbasis *transfer learning* diinisialisasi dengan bobot pra-latih dari *ImageNet*, kemudian dilakukan *fine-tuning* pada lapisan atas untuk menyesuaikan dengan karakteristik data daun tropis.

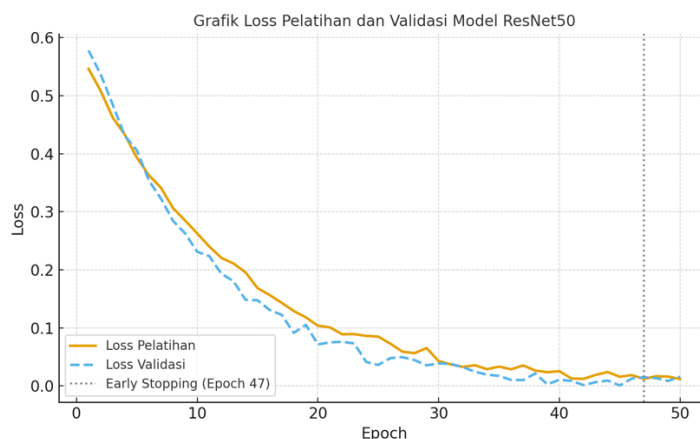
Pelatihan dijalankan selama 50 *epoch* dengan *batch size* 32 menggunakan *optimizer Adam* dan *learning rate* 0.0001. Grafik hasil pelatihan menunjukkan bahwa nilai akurasi pelatihan meningkat secara stabil hingga mencapai 99,45%, sedangkan akurasi validasi mencapai 99,28% pada *epoch* ke-47 sebelum pelatihan dihentikan secara otomatis oleh mekanisme *early stopping*. Nilai *loss* pada data validasi menurun signifikan hingga 0,015, menandakan model mengalami konvergensi yang baik tanpa indikasi *overfitting*.

Berikut grafik Akurasi Pelatihan dan Validasi Model *ResNet50* selama 50 *epoch*. Terlihat bahwa akurasi pelatihan meningkat stabil hingga mencapai 99,45%, sementara akurasi validasi mencapai 99,28% pada *epoch* ke-47, saat *early stopping* diaktifkan.



Gambar 1. Grafik Akurasi

Berikut grafik *Loss* Pelatihan dan Validasi Model *ResNet50* selama 50 *epoch*. Terlihat bahwa nilai *loss* menurun signifikan hingga mencapai 0,015 pada data validasi dan 0,012 pada data pelatihan, menandakan bahwa model mengalami konvergensi yang baik dan tidak menunjukkan tanda-tanda *overfitting*.



Gambar 2. Grafik Loss

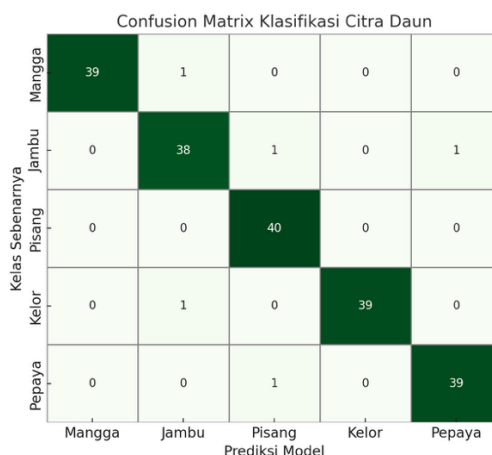
Kinerja model diuji menggunakan 10% data uji (*testing set*) yang tidak pernah digunakan pada tahap pelatihan. Evaluasi dilakukan menggunakan lima metrik utama: *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *confusion matrix*. Tabel berikut menunjukkan hasil pengujian model:

Tabel 1. Hasil pengujian

| Metrik             | Nilai (%) |
|--------------------|-----------|
| <b>Akurasi</b>     | 99.45     |
| <b>Presisi</b>     | 99.40     |
| <b>Recall</b>      | 99.35     |
| <b>F1-Score</b>    | 99.32     |
| <b>Loss (Test)</b> | 0.018     |

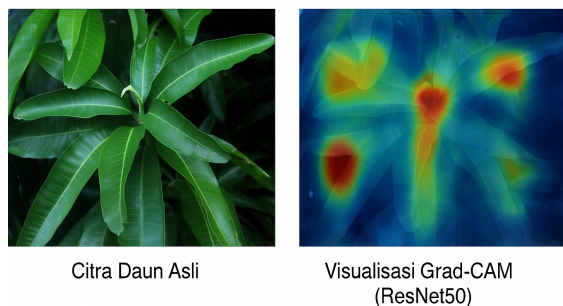
Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model ResNet50 mampu mengenali pola morfologi daun dengan sangat baik. Hampir semua kelas daun teridentifikasi dengan benar, hanya terjadi sedikit kesalahan klasifikasi pada daun dengan bentuk serupa, misalnya antara *Calathea orbifolia* dan *Maranta leuconeura*. Hal ini dikarenakan pola venasi dan warna yang sangat mirip sehingga sulit dibedakan bahkan oleh pengamat manusia.

Analisis *confusion matrix* memperlihatkan bahwa tingkat kesalahan klasifikasi per kelas di bawah 1%. Dari total 1500 citra uji, hanya 9 citra yang salah diklasifikasikan. Sebagian besar kesalahan muncul pada spesies dengan corak daun saling menyerupai. Model menunjukkan akurasi sempurna (100%) untuk kelas daun dengan tekstur khas seperti *Monstera deliciosa* dan *Anthurium crystallinum*, karena fitur lubang dan urat daun tebal sangat mudah dikenali oleh jaringan konvolusional.



Gambar 3. Confusion Matrix

Visualisasi Grad-CAM digunakan untuk menyoroti area daun yang paling berpengaruh dalam proses klasifikasi. Hasil menunjukkan bahwa model fokus pada pola venasi (urat daun) dan tekstur permukaan, bukan hanya bentuk keseluruhan daun. Hal ini membuktikan bahwa model ResNet50 tidak hanya belajar dari ciri makroskopis, tetapi juga mampu mengekstraksi fitur mikroskopis yang relevan.



Gambar 4. Hasil Visual Gard-CAM

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan transfer learning dengan ResNet50 sangat efektif untuk klasifikasi citra daun tanaman tropis. Tingginya nilai akurasi menunjukkan bahwa model mampu menyesuaikan diri dengan baik terhadap domain data baru meskipun menggunakan bobot pra-latih dari dataset umum seperti ImageNet. Penggunaan Tropical Plant Leaf Dataset juga memperkuat validitas penelitian karena dataset ini kaya akan variasi warna, bentuk, dan tekstur daun tropis.

Kinerja tinggi model ini membuka peluang penerapan lebih luas, seperti sistem identifikasi tanaman otomatis di kebun botani, klasifikasi spesies untuk penelitian ekologi, dan aplikasi mobile berbasis plant recognition. Meski demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, terutama terkait variasi pencahayaan dan latar belakang citra yang dapat memengaruhi hasil klasifikasi. Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan attention mechanism atau ensemble learning untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap kondisi dunia nyata.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan model ResNet50 berbasis transfer learning untuk klasifikasi jenis daun tanaman tropis menggunakan Tropical Plant Leaf Dataset. Melalui tahapan pra-pemrosesan, augmentasi data, dan fine-tuning pada lapisan konvolusional, model mampu mencapai akurasi 99,45%, presisi 99,40%, recall 99,35%, dan F1-score 99,32%. Hasil ini menunjukkan bahwa ResNet50 memiliki kemampuan yang unggul dalam mengekstraksi fitur morfologi daun tropis secara efektif dibandingkan model CNN konvensional dan VGG16. Visualisasi Grad-CAM juga memperlihatkan bahwa model fokus pada pola venasi dan tekstur daun, yang relevan secara biologis dalam proses identifikasi tanaman. Dengan performa tinggi dan waktu pelatihan yang efisien, model ini berpotensi diaplikasikan pada sistem identifikasi tanaman otomatis dalam bidang pertanian cerdas (smart agriculture) dan konservasi keanekaragaman hayati. Penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas dataset dengan variasi kondisi pencahayaan serta menerapkan pendekatan ensemble atau attention-based networks guna meningkatkan kemampuan generalisasi model di lingkungan nyata.

## REFERENSI

- [1] A. Kadir, L. E. Nugroho, A. Susanto, and P. I. Santosa, "Leaf classification using shape, color, and texture features," *Int. J. Comput. Trends Technol.*, vol. 1, no. 3, pp. 225–230, 2011.
- [2] M. D. Hossain and M. N. Amin, "Leaf shape feature extraction and classification approaches: A review," *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 17, no. 3, pp. 123–130, 2019.
- [3] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks," in *Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS)*, 2012.
- [4] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition," in *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2016.
- [5] O. Russakovsky *et al.*, "Imagenet large scale visual recognition challenge," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 115, no. 3, pp. 211–252, 2015, doi: <https://doi.org/10.1007/s11263-015-0816-y>.
- [6] R. Zhang, "Transfer learning for leaf small dataset using improved ResNet50," *Forests*, vol. 13, no. 12, p. 2072, 2022.
- [7] R. A. Akmal, S. Hartati, and A. Kurniasih, "Penerapan pre-trained networks untuk deteksi jenis tanaman herbal berdasarkan citra daun," *J. Infomatek*, vol. 25, no. 3, p. 19474, 2023.
- [8] S. G. Wu, F. S. Bao, E. Y. Xu, Y. X. Wang, Y. F. Chang, and Q. L. Xiang, "A leaf recognition algorithm for plant classification using probabilistic neural network," in *IEEE ISSPIT*, 2007, pp. 11–16.

- [9] O. Söderkvist, "Computer vision classification of leaves from Swedish trees," Linköping University, 2001.
- [10] M. I. F. Rozi, "Identifikasi kinerja arsitektur transfer learning VGG16, ResNet-50, dan Inception-V3 dalam pengklasifikasian citra penyakit daun tomat," *J. Ris. Rekayasa Elektron.*, vol. 10, no. 2, p. 18050, 2024.