

SKRIPSI

IMPLEMENTASI *MOBILENETV2* PADA KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN BIBIT KAKAO BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

IMPLEMENTATION OF MOBILENETV2 IN THE CLASSIFICATION OF COCOA SEEDLING LEAF DISEASES BASED ON DIGITAL IMAGE PROCESSING

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

SINTIA

D0222025

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE

2026

SKRIPSI

IMPLEMENTASI *MOBILENETV2* PADA KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN BIBIT KAKAO BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

IMPLEMENTATION OF MOBILENETV2 IN THE CLASSIFICATION OF COCOA SEEDLING LEAF DISEASES BASED ON DIGITAL IMAGE PROCESSING

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

SINTIA

D0222025

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE

2026

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**IMPLEMENTASI *MOBILENETV2* PADA KLASIFIKASI PENYAKIT
DAUN BIBIT KAKAO BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh

SINTIA

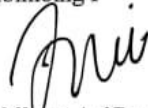
D0222025

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji

Pada tanggal 16 April 2026

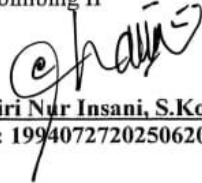
Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



Nurhikma Arifin, S.Kom., MT
NIP: 199304252022032011

Pembimbing II



Chairi Nur Insani, S.Kom., M.T
NIP: 199407272025062011

Penguji I



Dr. Eng. Sulfayanti, S.Si., M.T
NIP: 198903172020122011

Penguji II



Arnita Irianti, S.Si., M.Si
NIP: 198708062018032001

Penguji III



Nurani Natsir, S.Si., M.Si
NUP: 9990549367

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI *MOBILENETV2* PADA KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN BIBIT KAKAO BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

SINTIA
NIM. D0222025

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus
pada 16/ 04/ 2026
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Nurhikma Arifin, S.Kom., MT
NIP: 199304252022032011

Pembimbing II

Chairi Nur Insani, S.Kom., MT
NIP: 199407272025062011

Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Sulawesi Barat

Prof. Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T
NIP: 196404051990032002

Ketua Program Studi
Informatika,

Muhammad Ali Rasvid, S.Kom., M.T
NIP: 198808182022031006

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta proses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (**UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70**).

Majene, 12 Maret 2025



Sintia
D0222025

ABSTRAK

Sintia. Implementasi *MobileNetV2* Pada Klasifikasi Penyakit Daun Bibit Kakao Berbasis Pengolahan Citra Digital. (Dibimbing oleh **Nurhikma Arifin** dan **Chairi Nur Insani**).

Penyakit daun merupakan ancaman serius pada fase pembibitan tanaman kakao yang berpotensi menurunkan produktivitas hingga 40%. Identifikasi manual oleh petani sering kali bersifat subjektif dan rentan kesalahan akibat kemiripan gejala visual antara penyakit *Vascular Streak Dieback* (VSD) dan *Leaf Blight*. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan arsitektur *Deep Learning* MobileNetV2 untuk mengklasifikasikan penyakit daun bibit kakao secara otomatis dan akurat. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental dengan dataset primer sebanyak 600 citra yang diambil langsung di Desa Riso, Polewali Mandar. Citra dikelompokkan ke dalam tiga kelas: Sehat, VSD, dan *Leaf Blight*. Pengembangan model melalui tahap *preprocessing*, normalisasi, dan *transfer learning* dengan pembagian data 80:20. Optimasi dilakukan menggunakan *optimizer* Adam dengan *learning rate* 0.001 serta penerapan *dropout* untuk mencegah *overfitting*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *MobileNetV2* mencapai kinerja sangat optimal dengan akurasi sebesar 0.9358%. Model ini terbukti efisien dalam mengenali pola penyakit meskipun memiliki struktur parameter yang ringan. Hasil ini menegaskan bahwa *MobileNetV2* sangat relevan diaplikasikan sebagai alat bantu deteksi dini bagi petani. Melalui klasifikasi akurat pada fase pembibitan, petani dapat melakukan penanganan lebih awal guna menekan risiko kerugian dan meningkatkan kualitas keberhasilan pertumbuhan tanaman kakao.

Kata kunci: Daun Bibit Kakao, Klasifikasi, MobileNetV2

ABSTRACT

Sintia. *Implementation of MobileNetV2 in the Classification of Cocoa Seedling Leaf Diseases Based on Digital Image Processing. (Supervised by Nurhikma Arifin and Chairi Nur Insani).*

Leaf diseases pose a serious threat during the cocoa seedling stage, potentially reducing productivity by up to 40%. Manual identification by farmers is often subjective and prone to error due to the similarity in visual symptoms between Vascular Streak Dieback (VSD) and Leaf Blight. This study aims to implement the MobileNetV2 Deep Learning architecture to automatically and accurately classify leaf diseases in cocoa seedlings. The research method employs an experimental approach using a primary dataset of 600 images collected directly in Riso Village, Polewali Mandar. The images are categorized into three classes: Healthy, VSD, and Leaf Blight. Model development involved preprocessing, normalization, and transfer learning with an 80:20 data split. Optimization was performed using the Adam optimizer with a learning rate of 0.001, along with the application of dropout to prevent overfitting. The results show that MobileNetV2 achieved highly optimal performance with an accuracy of 93.58%. This model proved efficient in recognizing disease patterns despite having a lightweight parameter structure. These results confirm that MobileNetV2 is highly relevant for application as an early detection tool for farmers. Through accurate classification during the seedling phase, farmers can implement early intervention to mitigate the risk of losses and improve the success rate of cocoa plant growth.

Keywords: *Classification, Cocoa Seedlings, MobileNetV2*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) dalam sektor perkebunan Indonesia, menempati posisi strategis. Komoditas ini berperan penting sebagai sumber pendapatan bagi jutaan petani sekaligus sebagai penggerak ekonomi di berbagai wilayah (Robet et al., 2025). Berdasarkan data dari *International Cocoa Organization* (ICCO) tahun 2021/2022, Indonesia menempati peringkat ketiga dunia sebagai negara pengolah produk kakao. Selain itu, Indonesia berada di urutan keenam di dunia sebagai produsen biji kakao terbesar (Tim Pengelola Website Kemenperin, 2022). Namun demikian, berdasarkan Statistik Kakao Indonesia tahun 2023 yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik, produksi kakao nasional mengalami fluktuasi dalam beberapa tahun terakhir, salah satunya disebabkan oleh meningkatnya serangan penyakit tanaman (*Badan Pusat Statistik BPS-Statistics Indonesia*, 2024). Kondisi ini menuntut adanya upaya deteksi dini penyakit tanaman yang lebih akurat dan efisien, khususnya pada fase pembibitan sebagai tahap awal produksi.

Salah satu faktor utama yang menyebabkan penurunan produktivitas tanaman kakao adalah serangan penyakit pada bagian daun (Harvyanti et al., 2023), termasuk pada fase pembibitan. Daun memiliki peranan penting dalam proses fotosintesis sehingga gangguan pada bagian ini dapat menghambat pertumbuhan tanaman sejak dini. Di antara berbagai penyakit daun kakao, *Vascular Streak Dieback* (VSD) dan *Leaf Blight* merupakan penyakit yang sering ditemukan dan berpotensi menimbulkan dampak serius terhadap pertumbuhan bibit kakao (Hamdi & Lakani, 2021; Puig et al., 2021). Penyakit tersebut merupakan ancaman serius bagi keberlangsungan bibit kakao karena dapat menghambat pertumbuhan awal dan berdampak pada produktivitas tanaman saat fase berbuah (Kumar et al., 2025).

Tingginya tingkat serangan penyakit *VSD* dan *Leaf Blight* diketahui dapat menurunkan produktivitas tanaman kakao hingga 40% (Taufik et al., 2021). Dampak penyakit tersebut juga dapat diamati pada skala nasional, pakar dari

Universitas Gadjah Mada melaporkan bahwa produktivitas kakao Indonesia saat ini hanya berkisar antara 500-700 kg per hektar per tahun, yang salah satunya di pengaruhi oleh tingginya tekanan hama dan penyakit tanaman, termasuk penyakit daun seperti VSD (Gusti, 2026) . Di lapangan, proses identifikasi penyakit masih banyak mengandalkan pengamatan langsung oleh petani. Metode ini cenderung bersifat subjektif sehingga tingkat akurasi identifikasi dapat bervariasi (Ningsih et al., 2023). Selain itu, kemiripan visual gejala penyakit pada tahap awal sering kali menyebabkan kesalahan dalam membedakan daun sehat dan daun yang terinfeksi (Salman et al., 2025).

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, pemanfaatan teknologi pengolahan citra digital menjadi salah satu pendekatan yang relevan. Pendekatan ini memungkinkan proses klasifikasi penyakit dilakukan berdasarkan citra daun yang telah menunjukkan gejala visual tertentu (Rozaqi et al., 2021) . Dengan memanfaatkan citra digital, proses identifikasi penyakit dapat dilakukan secara lebih cepat, objektif, dan konsisten. Pendekatan ini diharapkan mampu membantu dalam membedakan kondisi daun bibit kakao, baik yang sehat maupun yang terinfeksi VSD dan *Leaf Blight*, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat pada fase pembibitan (Jesse et al., 2024).

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji deteksi dan klasifikasi penyakit tanaman kakao berbasis citra digital dengan pendekatan *Deep Learning*. Beragam arsitektur jaringan saraf tiruan telah diterapkan, baik untuk deteksi objek maupun klasifikasi citra digital, dan menunjukkan performa yang cukup baik dalam mengenali penyakit kakao (Harvyanti et al., 2023; Kumar et al., 2025; Robet et al., 2025). Selain itu, beberapa penelitian juga menggabungkan model deep learning dengan metode klasifikasi lain untuk meningkatkan akurasi sistem (Kouassi et al., 2024; Tovurawa et al., 2025) . Di sisi lain, pendekatan melalui pengendalian agronomis juga dilakukan untuk menekan dampak penyakit VSD (Taufik et al., 2021).

Berdasarkan hasil tinjauan terhadap penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa Sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada tanaman kakao pada fase produksi, objek buah, atau hanya membahas satu jenis penyakit daun. Penelitian yang secara khusus mengkaji klasifikasi penyakit daun

pada fase pembibitan masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian yang menekankan pada penggunaan model *Deep Learning* yang ringan dan efisien untuk klasifikasi penyakit daun kakao pada fase pembibitan masih relatif terbatas.

Seiring dengan perkembangan teknologi, algoritma deep learning telah menunjukkan efektivitas tinggi dalam menganalisis citra tanaman (Cagadas et al., 2023). Salah satu arsitektur yang banyak digunakan adalah *MobileNetV2*, yang dirancang sebagai model ringan dan efisien sehingga cocok diterapkan pada perangkat dengan kapasitas komputasi terbatas (Agustiani et al., 2024). Oleh karena itu, *MobileNetV2* dipilih untuk mengklasifikasikan penyakit daun pada bibit kakao karena kemampuannya dalam mengolah citra secara efisien dan akurat (Candra Simangunsong et al., 2025). Sementara penelitian berbasis citra digital mengenai *VSD* dan *Leaf Blight* pada bibit kakao masih jarang dilakukan, sehingga menunjukkan perlunya penelitian lanjutan yang secara khusus berfokus pada klasifikasi penyakit daun bibit kakao.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan pada implementasi model *MobileNetV2* dalam mengklasifikasikan daun bibit kakao ke dalam tiga kelas, yaitu daun Sehat, daun yang terinfeksi *VSD*, dan daun terinfeksi *Leaf Blight* menggunakan pengolahan citra digital. Penelitian ini bertujuan memberikan solusi bagi petani dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit daun bibit kakao pada fase pembibitan secara cepat dan akurat, sehingga petani dapat melakukan tindakan pencegahan dan penanganan lebih dini guna menekan risiko kerugian serta meningkatkan kualitas dan keberhasilan pertumbuhan bibit kakao.

1.2 Rumusan masalah

Bagaimana kinerja model *MobileNetV2* dalam mengenali dan membedakan daun bibit kakao yang Sehat, terserang *Leaf Blight* dan *Vascular Streak Dieback* (*VSD*) melalui pengolahan citra digital.?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kinerja model *MobileNetV2* dalam mengenali dan membedakan daun bibit kakao yang Sehat,

terserang *Leaf Blight* dan *Vascular Streak Dieback* (VSD) melalui pengolahan citra digital.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Membantu mengenali penyakit pada daun bibit kakao secara akurat menggunakan teknologi *MobileNetV2*, sehingga petani dapat mengetahui kondisi bibit sejak dini dan melakukan penanganan yang sesuai.
2. Hasil klasifikasi ini bisa menjadi *baseline* (acuan) bagi pengembangan aplikasi *mobile* atau sistem *real-time* berbasis *web*.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada beberapa ruang lingkup sebagai berikut:

1. Objek penelitian dibatasi pada daun bibit tanaman kakao.
2. Klasifikasi penyakit hanya mencakup tiga kondisi daun, yaitu daun Sehat, daun yang terinfeksi *Leaf Blight*, dan daun yang terinfeksi *Vascular Streak Dieback* (VSD).
3. Data citra daun kakao diperoleh dari Lokasi penelitian di Desa Riso, Kecamatan Tapango, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat.
4. Metode yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan model *MobileNetV2* sebagai arsitektur klasifikasi.
5. Penelitian ini tidak membandingkan *MobileNetV2* dengan arsitektur *deep learning* lainnya.
6. Penelitian ini tidak mencakup pengembangan sistem atau aplikasi berbasis *real-time*, melainkan hanya berfokus pada analisis dan pengujian model klasifikasi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Model *MobileNetV2* yang diimplementasikan dengan pendekatan *transfer learning* berhasil mengklasifikasikan tiga kondisi daun bibit kakao, yaitu daun Sehat, daun terinfeksi *Leaf Blight*, dan daun terinfeksi *Vascular Streak Dieback* (VSD), dengan akurasi keseluruhan sebesar **93,58%** pada data *testing* yang terdiri dari 109 citra. Secara lebih rinci, kinerja model untuk masing-masing kelas menunjukkan hasil yang baik. Kelas VSD mencapai performa tertinggi dengan *precision* 94,12%, *recall* 96,97%, dan *F1-Score* 0,9552, yang mengindikasikan bahwa model paling andal dalam mengenali gejala visual VSD berupa garis-garis nekrosis pada daun. Kelas Sehat memperoleh *recall* tertinggi kedua sebesar 95,12% dengan *F1-Score* 0,9398. Sementara itu, kelas *Leaf Blight* memiliki *recall* terendah sebesar 88,57% dengan *F1-Score* 0,9118, yang menunjukkan bahwa sebagian kecil citra *Leaf Blight* masih sulit dibedakan dari kelas lainnya akibat kemiripan gejala visual pada tahap awal infeksi.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, pengembangan selanjutnya dapat dikembangkan pada penggunaan algoritma atau arsitektur pembelajaran lainnya untuk membandingkan dan meningkatkan kemampuan identifikasi penyakit daun bibit kakao secara *real-time*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, S., Aryanti, R., Khotimatul Wildah, S., Arifin, Y. T., Marlina, S., & Misriati, T. (2024). Optimisasi Model Deep Learning untuk Deteksi Penyakit Daun Tebu dengan Fine-Tuning MobileNetV2. *Journal of Informatics Management and Information Technology*, 4(4), 150–157. <https://doi.org/10.47065/jimat.v4i4.411>
- Asrianda, A., Aidilof, H. A. K., & Pangestu, Y. (2021). Machine Learning for Detection of Palm Oil Leaf Disease Visually using Convolutional Neural Network Algorithm. *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, 4(2), 286–293. <https://doi.org/10.31289/jite.v4i2.4185>
- Badan Pusat Statistik BPS-Statistics Indonesia. (2024).
- Bande, L. O. S., Gusnawaty, H. S., Hasan, A., & Arba, M. (2023). The Role of Leaf Nutrients in Vascular Streak Dieback Disease in Cocoa Plants (*Theobroma cacao* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 57(6), 812–816. <https://doi.org/10.18805/IJARE.AF-798>
- Cagadas, D. O., April, R., & Labajan, A. (2023). Leaf-based Cacao Diseases Classification Using Image Processing. *Sci.Int.(Lahore)*, 35(4), 369–373.
- Candra Simangunsong, R., Kunci, K., & Mangga, D. (2025). JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering) MobileNetV2 Analysis In Disease Classification On Mango Leaves. *JITE (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering)*. Available, 8(3Spc), 73–80. <https://doi.org/10.31289/jite.v8i3Spc.14430>
- Faruqul Adhim, A., Bima Prastyo, A., Maulana Akbar, B., Evranata Pardede, E., & Tri Angrraeny, F. (2025). *Implementasi Teknik Pengolahan Citra Digital untuk Deteksi Objek dari Latar Belakang Kompleks*. <https://doi.org/10.33005/jifti.v7i1.161>
- Gusti, G. (2026). *Produktivitas Kakao Nasional Menurun, Pakar UGM Soroti Soal Peremajaan Kebun, Bibit dan Pengendalian Hama yang Belum Optimal*. <https://ugm.ac.id/id/berita/produktivitas-kakao-nasional-menurun-pakar-ugm-soroti-soal-peremajaan-kebun-bibit-dan-pengendalian-hama-yang-belum-optimal/>
- Hamdi, I., & Lakani, I. (2021). Disease Severity Of Vascular Streak Dieback (*Ceratobasidium Theobromae*) In Cocoa Plant (*Theobroma Cacao* L.) After Root Infusion Treatment. *Agrotekbis*, 9(1), 188–196.
- Harvyanti, A. F. M., Baihaki, R. I., Dafik, Ridlo, Z. R., & Agustin, I. H. (2023). *Application of Convolutional Neural Network for Identifying Cocoa Leaf Disease* (pp. 283–304). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-174-6_21
- Irwan Guntoro, D. M. M. R. H. (2022). *PENERAPAN DROPOUT PADA JARINGAN SARAF TIRUAN BACKPROPAGATION DALAM MENGLASIFIKASI TINGKAT FINE FUEL MOISTURE CODE (FFMC) UNTUK KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN*.

- Jain, A. (2024). *All about convolutions, kernels, features in CNN*. <https://medium.com/@abhishekjainindore24/all-about-convolutions-kernels-features-in-cnn-c656616390a1>
- Jesse, A., Douha, N. Y.-R., & Lenka, P. (2024). *Image Classification for CSSVD Detection in Cacao Plants*. <http://arxiv.org/abs/2405.04535>
- Khaerani Hamzidah, N. (2025). Analisis Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Kakao Dengan Menggunakan Metode YoloV8. *Journal of Informatics and Computer Engineering Research (JICER)*, 2(2), 29–33.
- Kouassi, K. S., Diarra, M., Edi, K. H., & Koua, B. J.-C. (2024). Detection of Cocoa Leaf Diseases Using the CNN-Based Feature Extractor and XGBOOST Classifier. *Open Journal of Applied Sciences*, 14(10), 2955–2972. <https://doi.org/10.4236/ojapps.2024.1410193>
- Kumar, S., Sharma, A. K., Srivastava, S., Tiwari, V., Patidar, P. K., & Rai, S. (2025). *Automated COCOA Disease Detection Using Convolutional Neural Networks: A Case Study of VSD and Other Pathogens* (pp. 361–372). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-716-8_29
- Lucha Mandhalika, C. (2024). *Deteksi Penyakit Daun Tanaman Tembakau Menggunakan MobileNetV2 Berbasis Citra Digital* (Vol. 5).
- Mahmood, Z. (2024). Digital Image Processing: Advanced Technologies and Applications. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 14, Number 14). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/app14146051>
- Martins, O. O., Oosthuizen, C. C., & Desai, D. A. (2025). Evaluating unified training optimisations for MobileNetV2: Efficiency-accuracy trade-offs in fine-grained dog breed classification. *Discover Applied Sciences*, 7(11). <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07798-1>
- Ningsih, W., Lestari, P., Belluano, L., & Kurniati, N. (2023). *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam Analisa Identifikasi Penyakit pada Tanaman Kakao Menggunakan Metode Dempster Shafer INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK*. 4, 202.
- Parawansa, A. K., McMahon, P. J., Aslam, A. P., Aslam, A. Y. Z. A., & Sombeng, A. R. H. (2025). Extension on Symptom and Control of VSD Disease on Cocoa. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 9(1), 176–180. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v9i1.21828>
- Perez-Meana, H., & Nakano-Miyatake, M. (2025). Digital Image Processing: Technologies and Applications. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 15, Number 23). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/app152312709>

- Puig, A. S., Quintanilla, W., Matsumoto, T., Keith, L., Gutierrez, O. A., & Marelli, J. P. (2021). *Phytophthora palmivora* causing disease on theobroma cacao in Hawaii. *Agriculture (Switzerland)*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture11050396>
- Rahman, M., & Pambudi, A. (2023). IDENTIFIKASI CITRA DAUN SELADA DALAM MENENTUKAN KUALITAS TANAMAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN). *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3), 2830–7062. <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3%20s1.3438>
- Raihan, M., Allaam, R., & Wibowo, A. T. (2021). *Klasifikasi Genus Tanaman Anggrek Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)*. 8(2), 1153.
- Rininda, G., Santi, I. H., & Kirom, S. (2023). PENERAPAN SVM DALAM ANALISIS SENTIMEN PADA EDLINK MENGGUNAKAN PENGUJIAN CONFUSION MATRIX. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 7, Number 5).
- Robet, R., Perangin Angin, J. T. K., & Siregar, T. H. (2025). Attention Augmented Deep Learning Model for Enhanced Feature Extraction in Cacao Disease Recognition. *Sinkron*, 9(4), 1965–1977. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v9i4.15249>
- Rochmawati, N., Hidayati, H. B., Yamasari, Y., Peni, H., Tjahyaningtijas, A., Yustanti, W., & Prihanto, A. (2021). *Analisa Learning rate dan Batch size Pada Klasifikasi Covid Menggunakan Deep learning dengan Optimizer Adam*.
- Rozaqi, A. J., Sunyoto, A., & Arief, R. (2021). *Deteksi Penyakit pada Daun Kentang Menggunakan Pengolahan Citra dengan Metode Convolutional Neural Network Detection of Potato Leaves Disease Using Image Processing with Convolutional Neural Network Methods*.
- Salman, Z., Muhammad, A., & Han, D. (2025). Plant disease classification in the wild using vision transformers and mixture of experts. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1522985>
- Sapitu, F., Delyani, R., Mutaqin, Z., & Padidi, N. (2025). Respons Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Pemberian Biochar Sekam Padi dan Mikoriza pada Tanah Ultisol. *AGRODIX: Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(2), 101–111. <https://doi.org/10.52166/agroteknologi.v8i2.9309>
- Siregar Alda Cendekia, Poetro Bagus Satrio Waluyo, Octariadi Barry Ceasar, Robet, & Sucipto. (2025). *Pengolahan Citra Digital*.
- Surbakti, N. M., Angelyca Angelyca, Anita Talia, Cecilia Br Perangin-Angin, Dina Olivia Nainggolan, Nia Devi Friskauly, & Sikap Ruth Br Tumorang. (2024). Penggunaan Bahasa Pemrograman Python dalam Pembelajaran Kalkulus Fungsi Dua Variabel. *Algoritma : Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(3), 98–107. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v2i3.67>
- Taufik, M., Botek, M., & dan Arifin Tasrif, R. M. (2021). Role of Cocoa Clones and Endophyte Fungi in Controlling VSD Disease in The Field. *Cropsaver*, 2021(1), 27–36.

- Tim Pengelola Website Kemenperin. (2022, November 13). *Kemenperin: Ekspor Lampaui USD1 Miliar, Kinerja Industri Pengolahan Kakao Semakin Manis*.
- Tovurawa, E., Dlamini, B., Moore, S. E., Marivate, V., & Modupe, A. (2025). *Cacao Plant Disease Detection and Classification*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5763786/v1>
- Virgantara Putra, O., Zaim Mustaqim, M., Muriatmoko, D., Teknik Informatika, J., & Sains dan Teknologi, F. (2023). *Transfer Learning untuk Klasifikasi Penyakit dan Hama Padi Menggunakan MobileNetV2 Transfer Learning for Rice Disease and Pest Classification using MobileNetV2* (Vol. 22).
- Yeremia Yosefan Pane, J. J. S. (2023). *KLASIFIKASI JENIS BURUNG MENGGUNAKAN METODE TRANSFER LEARNING*.
- Yong, L., Ma, L., Sun, D., & Du, L. (2023). Application of MobileNetV2 to waste classification. *PLoS ONE*, 18(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282336>