

KLASIFIKASI KESEHATAN TANAMAN PADI MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Muhammad Rifqi Alamadani, Prajoko, Didik Indriyana

Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sukabumi

Jl. R. Syamsudin, S.H. No. 50, Cikole, Kec. Cikole, Kota Sukabumi, Jawa Barat 43113

rifqi1725@ummi.ac.id

ABSTRAK

Indonesia, dengan mayoritas penduduknya bergantung pada beras sebagai makanan pokok, menghadapi tantangan dalam menjaga kualitas padi untuk mengurangi risiko kegagalan panen, terutama dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat. Sektor pertanian, khususnya pertanian padi sebagai tanaman pangan utama di Asia, termasuk Indonesia, memiliki peran penting dalam pertumbuhan negara. Isu kualitas dan kesehatan tanaman padi menjadi fokus utama untuk memastikan hasil produktivitas yang optimal. Pada tahun 2023, hampir 30% hasil panen padi dilaporkan hilang akibat penyakit dan serangan hama. Dengan kemajuan teknologi informasi, masalah tersebut dapat diatasi melalui integrasi solusi teknologi seperti deteksi citra yang dapat berfungsi sebagai sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman padi. Oleh karena itu, solusi diusulkan dengan mengembangkan sistem klasifikasi kesehatan tanaman padi menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN). Sistem ini diharapkan dapat membantu petani dalam mendeteksi secara dini penyakit pada tanaman padi sehingga tindakan pencegahan dan pengobatan dapat dilakukan lebih cepat dan tepat. Implementasi teknologi ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen padi, serta mendukung keberlanjutan sektor pertanian di Indonesia.

Kata kunci : *Convolutional Neural Network (CNN), Klasifikasi otomatis, Kopi robusta, Kualitas kopi*

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara dengan mayoritas penduduknya bergantung pada beras sebagai makanan pokok utama, menghadapi tantangan dalam menjaga kualitas padi guna mengurangi resiko kegagalan panen, terutama dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat. Pentingnya sektor pertanian bagi pertumbuhan suatu negara tidak dapat diabaikan, terutama dengan fokus pada pertanian padi sebagai tanaman pangan utama di Asia, termasuk Indonesia. Isu kualitas dan kesehatan tanaman padi menjadi perhatian utama untuk memastikan hasil produktivitas yang optimal. Pada tahun 2023, hampir 30% hasil panen padi dilaporkan hilang akibat penyakit dan serangan hama (Kementerian PUPR, 2023)[1].

Pertanian sebagai sektor vital dalam perekonomian Indonesia, memiliki dampak besar terhadap kesejahteraan dan ketahanan pangan negara. Tanaman padi, sebagai komoditas utama dalam konsumsi masyarakat Indonesia, memegang peranan sentral dalam memenuhi kebutuhan pangan. Oleh karena itu, menjaga kesehatan tanaman padi menjadi kunci penting dalam upaya meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko gagal panen. Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh petani padi adalah serangan penyakit dan hama, yang dapat mengakibatkan kerugian besar dalam hasil panen jika tidak terdeteksi dan ditangani dengan cepat. Untuk memonitor dan mendeteksi kondisi kesehatan tanaman padi secara efektif, teknologi informasi dan kecerdasan buatan dapat memberikan solusi inovatif[2].

Dengan perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat permasalahan tersebut dapat diatasi dengan integrasi solusi teknologi seperti deteksi citra dapat menjadi sistem pakar yang bertujuan untuk mengetahui diagnosa penyakit pada tanaman padi, dengan sistem pakar tersebut beberapa ciri dan gejala tanaman dipilih berdasarkan pilihan yang disediakan oleh sistem kemudian setelah semua informasi terkumpul, sistem akan menyimpulkan kesehatan tanaman tersebut[3].

Convolutional Neural Network (CNN) adalah metode deep learning yang telah terbukti berhasil dalam berbagai aplikasi pengenalan citra, termasuk pada bidang pertanian. CNN bekerja dengan meniru cara kerja visual cortex manusia, memungkinkan pengenalan pola kompleks dalam citra. Dalam konteks kesehatan tanaman padi, CNN dapat digunakan untuk mengklasifikasikan citra tanaman menjadi dua kategori utama sehat atau terinfeksi penyakit. Hal ini akan memberikan petani sistem yang berguna dalam mengambil tindakan preventif atau kuratif, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan pada akhirnya meningkatkan hasil panen[4].

MobileNet adalah arsitektur CNN yang secara khusus dioptimalkan untuk perangkat seluler. Ini adalah solusi ideal untuk aplikasi yang menuntut efisiensi komputasi, khususnya di lingkungan dengan sumber daya terbatas [3].

Oleh karena itu, penggabungan CNN dan *MobileNet-V2* memiliki potensi signifikan untuk menawarkan solusi inovatif dan efisien dalam mengidentifikasi dan membedakan jenis kopi berkualitas [5].

Penelitian tentang klasifikasi kesehatan tanaman padi menggunakan CNN memiliki potensi besar untuk memberikan manfaat bagi petani, meningkatkan identifikasi kualitas dan pengendalian kualitas [6].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Padi

Salah satu tanaman pangan utama dunia sejak lama adalah tanaman padi (*Oryza sativa*). Sejak beras pertama kali dikembangkan di benua Asia, beras telah menyebar ke banyak negara dan kini menjadi makanan pokok. Padi menghasilkan beras dan beras adalah makanan pokok sebagian besar masyarakat Indonesia[7].

2.2. Citra Digital

Citra digital merupakan visual dari foto atau video yang dapat diolah oleh komputer karena menggunakan bentuk data numerik, Citra ini diwakili oleh array nilai real yang menunjukkan pada setiap pixel yang menunjukkan besar pada setiap pixel ataupun kompleks yang diwakili oleh susunan bit tertentu[8].

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 1. Matriks Pada Citra Digital

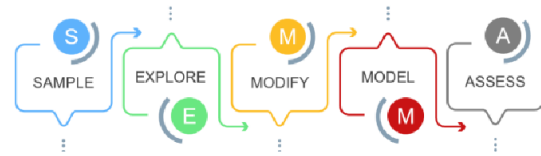
2.3. SEMMA

Semma adalah sebuah metode yang dapat mudah dimengerti atau dipahami dan digunakan sebagai acuan dalam sebuah proyek data mining. Proses model SEMMA ini memiliki keunggulan lebih terpusat pada aspek pengembangan model sehingga pembuatan model lebih terstruktur[9].

- Sample* pada tahap ini merupakan suatu tahapan pertama dimana pada tahap ini melakukan sebuah pengumpulan data dan informasi yang digunakan sebagai data paling utama dalam sebuah penelitian..
- Explore* Pada tahap ini, merupakan suatu proses data untuk mencari sekumpulan data yang berkaitan dengan ide yang dikembangkan, dimana pada tahap ini tujuannya adalah untuk mengidentifikasi properti kelas dan model, deskripsi dataset yang digunakan dan penjelasan gambaran besar dan informasi data digunakan.
- Modify* Pada tahap ini, merupakan proses modifikasi data dengan melakukan preprocessing data dan transformasi variabel sehingga proses pemilihan model menjadi terpusat.
- Model*
Pada tahap ini Model adalah suatu proses dalam pemodelan data yang memiliki tujuan untuk memperoleh nilai optimal sehingga dapat melakukan prediksi hasil yang diinginkan

e. Asses

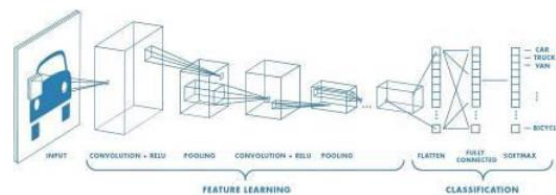
Tahap asses, merupakan tahapan terakhir yaitu tahap penilaian data yang mana dilakukannya evaluasi pada hasil proses sebelumnya dengan seberapa baik kinerja model tersebut..



Gambar 2. tahapan metode SEMMA

2.4. Arsitektur Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network terbagi dari dua lapisan (layer yaitu adalah ekstraksi fitur dan klasifikasi. Pada ekstraksi fitur terdiri dari berbagai lapisan dimana pada lapisan ini gambar pertama kali diterima setelah itu diproses dengan beberapa lapisan yang terdiri dari convolutional layer atau lapisan konvolusi, dan pooling layer atau lapisan pooling pada setiap lapisan konvolusi diberlakukan fungsi aktivasi ReLu (Rectifier Linear Unit) lalu menghasilkan keluaran vektor yang selanjutnya diproses pada lapisan berikutnya, kemudian pada lapisan kedua merupakan lapisan klasifikasi yang terdiri dari beberapa lapisan jaringan yang terhubung secara penuh (fully connected) atas setiap neuron.[10].



Gambar 3, Arsitektur CNN

2.5. Confusion Matriks

Confusion matrix adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur dan menganalisis kinerja suatu model klasifikasi dalam data mining. Ini menyediakan gambaran rinci tentang seberapa baik model tersebut dapat memprediksi kategori atau kelas dari suatu data uji. Pengukuran pada confusion matriks berdasarkan True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN)(Kiding, 2019). Dengan matrix terdiri dari accuracy, precision, recall, dan F1-score [11].

2.6. Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif yang berorientasi objek melakukan eksekusi beberapa instruksi multi guna secara langsung. Python digunakan pada bermacam pengembangan perangkat lunak. Python sebagai bahasa pemrograman yang memiliki kegunaan yang sangat luas, dan penggunaan indentasi yang signifikan dalam mengatur struktur code[12].

2.7. Goggle Collab

Google Collab merupakan produk dari Google Research. Collab memungkinkan siapa saja menulis dan mengeksekusi kode python arbitrer melalui browser, dan sangat cocok untuk machine learning, analisis data, serta pendidikan. Collab merupakan layanan notebook Jupyter yang dihosting dan dapat digunakan tanpa penyiapan, serta menyediakan akses gratis ke resource komputasi termasuk GPU[13].

2.8. Tensorflow

Tensorflow yang merupakan library untuk mengekspresikan algoritma pembelajaran mesin dan untuk mengeksekusi perintah dengan menggunakan informasi yang dimiliki tentang objek tersebut atau target yang dikenali serta dapat membedakan objek satu dengan objek lainnya[14].

3. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini dimulai dari identifikasi dan perumusan masalah, tujuan, dan menentukan batasan pada penelitian, kemudian dilanjutkan dengan mengolah data menggunakan metode SEMMA yang terdiri dari 5 tahap yaitu sample, explore, modify, model, asses, kemudian kesimpulan dan saran dari penelitian.

3.1. Pengumpulan Data (Sample)

Pengumpulan data terkait penelitian dilakukan pertama kali pada tahap ini dengan mengumpulkan data data yang dibutuhkan yakni data berupa gambar tanaman padi yang sehat, dan tanaman padi tidak sehat atau memiliki penyakit berdasarkan acuan yang berkaitan dengan penelitian. Data diperoleh menggunakan teknik scraping gambar menggunakan library BeautifulSoup atau menggunakan *Google search engine google*.

3.2. Deskripsi Data (Explore)

Pada tahap ini dilakukan eksplorasi data yang terkumpul dengan menentukan atribut kelas dan deskripsi dari data tersebut. Dari data tersebut dipilah secara manual tanaman padi yang secara umum dikenali ciri ciri yang memiliki tanaman padi sehat, daun tanaman padi tidak sehat.

3.3. Modifikasi Data (Modify)

Pada tahap ini dilakukan modifikasi data dengan melakukan preprocessing image dengan melakukan kompresi dimensi data dengan memaksimalkan ukuran ideal machine learning untuk setiap citra dalam dataset. Dataset yang terdiri dari 2 kelas dibagi menjadi 2 set data yaitu *train* dan *validation* yang mana telah ditentukan masing masing rasio sebanyak 80% dataset *train* dan 20% dataset *validation*.

3.4. Pemodelan Data (Model)

Ada dua fase dalam pelatihan model: pembelajaran fitur dan klasifikasi. Dalam feature learning, proses konvolusi dan pooling dilakukan,

dengan setiap konvolusi memiliki filter dan aktivasi Relu. Setelah itu dilakukan flatten atau perataan untuk mengubah feature map hasil pooling layer menjadi vektor, Selanjutnya pada proses klasifikasi digunakan fully connected dengan jumlah neuron pada lapisan yang telah ditentukan sebelumnya untuk klasifikasi. Dalam proses ini, aktivasi softmax digunakan untuk mengklasifikasikan data ke dalam kategori atau lebih dari dua kelas.

3.5. Evaluasi (Asses)

Evaluasi data dilakukan setelah pembuatan model untuk menilai sejauh mana kinerja dan performa model tersebut. Proses evaluasi melibatkan beberapa metrik, termasuk akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Akurasi mengukur perbandingan prediksi yang benar (baik positif maupun negatif) dengan keseluruhan data. Presisi menilai perbandingan prediksi benar positif dengan keseluruhan hasil prediksi positif. Recall mengukur perbandingan prediksi benar positif dengan keseluruhan data yang benar positif. F1-score, sebagai rata-rata harmonis presisi dan recall, memberikan gambaran holistik tentang performa model.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, penelitian dilakukan dengan menerapkan Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengklasifikasikan citra tanaman padi, membedakan antara padi yang sehat dan yang terinfeksi penyakit seperti daun blas, hawar daun bakteri, dan bercak daun coklat sempit. Proses pemodelan melibatkan tahap pelatihan CNN dengan tujuan menghasilkan model yang optimal dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Proses pelatihan CNN melibatkan data pelatihan untuk melatih model serta data uji atau validasi untuk memvalidasi kinerja model. Akurasi model dievaluasi menggunakan data uji tersebut. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah TensorFlow, memudahkan proses pelatihan dan perancangan arsitektur CNN, dengan memanfaatkan GPU secara real-time pada platform Google Collab untuk mempercepat proses pelatihan.

4.1. Pengumpulan Data (Sample)

Pada penelitian ini data yang digunakan berupa gambar atau citra tanaman padi yang sehat dan berpenyakit, data didapatkan dengan cara melakukan crawling pada google image, Data yang sudah dikumpulkan hasil crawling tersebut dipilih secara manual mengenai tanaman padi yang sehat dan yang tidak sehat atau berpenyakit ada beberapa jenis penyakit tanaman padi yang secara umum dikenali yaitu penyakit seperti daun blas, hawar daun bakteri, dan bercak daun coklat sempit. Dengan memanfaatkan google image sebagai sumber dataset peneliti menggunakan library python untuk melakukan crawling gambar yaitu icrawler.

4.2. Deskripsi Data (Explore)

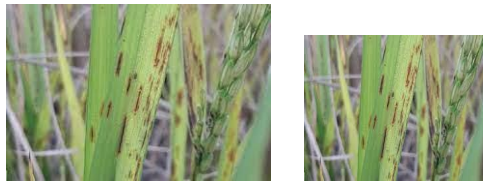
Data variabel yang terkumpul tidak semua gambar yang diunduh memiliki ciri yang sesuai dengan sifat atau nilai dari objeknya, Dari total gambar tersebut total 300 dataset yang didapatkan untuk tanaman padi sehat sebanyak 50% yaitu sebanyak 150 data, dan untuk tanaman padi tidak sehat sebanyak 50% sebanyak 150 data.

4.3. Modifikasi Data (Modify)

Sebelumnya, telah dilakukan pengumpulan dan penyaringan manual terhadap data untuk menghapus data yang tidak diperlukan dan tidak relevan untuk pembelajaran mesin. Selanjutnya, dalam tahap modifikasi data, dilakukan preprocessing gambar dan pembagian dataset menjadi data latih dan data validasi.

4.3.1. Preprocessing Image

Ukuran data pada setiap citra atau gambar memiliki ukuran dimensi yang berbeda. Dimensi yang besar memerlukan lebih banyak sumber daya dan banyaknya fitur yang digunakan dan waktu pemrosesan model yang sangat lama, yang pada akhirnya dapat memengaruhi terhadap hasil. Karena itu dilakukan preprocessing image dengan melakukan kompresi dimensi menjadi ukuran 150 x 150 pixel



Gambar 4. Resize Dataset menjadi 150 x 150 Pixel

4.3.2. Split Dataset

Split Dataset atau pemisahan dataset adalah data dibagi menjadi dua bagian pada dataset tanaman padi yang terkumpul dibagi menjadi set train dan set validation yang mempunyai 2 kelas dan 2 direktori, pada set train digunakan untuk melatih mengembangkan model sedangkan set validation digunakan untuk sebagai menguji model dan menilai akurasi model.

Tabel 1. Pembagian Rasio set train dan set validation

set train	Jumlah Data	set validation	Jumlah Data
80%	240	20%	60
75%	225	25%	75
70%	210	30%	90

4.4. Pemodelan Data

Dalam tahap ini dilakukan perencanaan pembuatan model CNN MobileNet melakukan klasifikasi kesehatan tanaman padi dan analisi guna untuk menentukan model terbaik

4.4.1. Visualisasi Arsitektur

Pada visualisasi ini dilakukan pelatihan model dengan Arsitektur CNN MobileNet terdiri dari tiga Dense Layer yaitu (2048,1024,512), optimizer Adam, nilai learning rate sebesar 0.00001, serta jumlah epoch 20, Hasil akurasi yang terbaik didapatkan dengan sebagai berikut :

Berdasarkan uji coba skenario diatas uji coba model mempunyai training accuracy yang baik, proses pelatihan model training dan validation baik itu pada accuracy dan loss memiliki hasil yang stabil sehingga pada skenario ini model cukup baik dan dikatakan goodfitting. Dan untuk mengetahui evaluasi model dilakukan pengujian data baru yang mana hal ini adalah data testing. Evaluasi pada data testing menggunakan library dari sklearn.metrics yaitu confusion matrix evaluasi berupa accuracy (Acc), precision, recall, dan F1-score.

4.4.2. Simulasi Model Convolutional Neural Network Menggunakan Mobilenet pada Website

Pada tahap ini dilakukan simulasi penggunaan model yang diimplementasikan pada website sebagai bagian dari proses evaluasi. Adapun website dibuat dengan menggunakan library React JS, dan menggunakan Flask sebagai tools untuk melakukan deployment model secara lokal. Website ini terdiri dari satu halaman dan terdapat box input untuk memasukan gambar tanaman padi.



Gambar 5. Tampilan Hasil Prediksi Kesehatan Tanaman Padi Sehat



Gambar 6. Tampilan Hasil Prediksi Kesehatan Tanaman Padi Tidak Sehat

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengimplementasikan arsitektur MobileNet untuk mengklasifikasikan kondisi kesehatan tanaman padi berdasarkan gambar yang diinputkan. Dengan menggunakan base model

MobileNet sebagai extractor fitur, penelitian ini mencapai akurasi sebesar 91% pada data pelatihan dan 90% pada data validasi setelah 20 epoch. Namun, terdapat overfitting yang signifikan dengan nilai loss mencapai 27% pada data pelatihan dan 37% pada data validasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmuliani, Darmawan, M., Made Sudiarta, I., & Megasari, R. (2021). Pertumbuhan tanaman padi (*Oryza Sativa* L.) varietas ponelo pada berbagai dosis pupuk nitrogen dan jumlah benih per lubang tanam. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 9 No. 1(1), 01–17.
- [2] Azhima, Z. (2023). Klasifikasi Jenis Beras Berdasarkan Citra Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn). 10(5), 4246–4252.
- [3] Clara, C. (2022). Implementasi Algoritma Local Binary Pattern dan Backpropagation untuk Face Recognition. 6–20.
- [4] Darwis, H. (2023). K-Nearest Neighbor dan Convolutional Neural Network pada Klasifikasi Penyakit Tanaman Bawang Merah K-Nearest Neighbor And Convolutional Neural Network in Shallot Plant Diseases Classification. Agustus, 22(3), 643–653.
- [5] Dimas Mulya Saputra, Erwin Hermawan, & Sahid Agustian2. (2023). Klasifikasi Kesehatan Pada Tanaman Padi Menggunakan Citra Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Dengan Metode Convolutional Neural Networks (Cnn). *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 9(3), 308–318.
<https://doi.org/10.33197/jitter.vol9.iss3.2023.1044>
- [6] Dwi Antoko, T., Azhar Ridani, M., & Eko Minarno, A. (2021). Klasifikasi Buah Zaitun Menggunakan Convolution Neural Network. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 10(2), 119–126.
<https://doi.org/10.34010/komputika.v10i2.4475>
- [7] Gelar Guntara, R. (2023). Pemanfaatan Google Colab Untuk Aplikasi Pendeteksian Masker Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLOv7. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(1), 55–60.
<https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i1.750>
- [8] Ihsan, C. N. (2021). Klasifikasi Data Radar Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN). *DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology*, 4(2), 115.
<https://doi.org/10.25273/doubleclick.v4i2.8188>
- [9] Jumadi, J., Yupianti, Y., & Sartika, D. (2021). Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 10(2), 148–156.
<https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v10i2.3363>
- [10] Kiding, A. (2019). Analisis Sentimen Publik Terhadap Tes Cpn Melalui Media Twitter Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier. *Http://E-Journal.Uajy.Ac.Id/7244/4/3TF03686.Pdf*, 2010, 15–48.
<http://e-journal.uajy.ac.id/7244/4/3TF03686.pdf>
- [11] Mergono Adi Ningrat, Carolina Diana Mual, & Yohanis Yan Makabori. (2021). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Berbagai Sistem Tanam di Kampung Desay, Distrik Prati, Kabupaten Manokwari. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 2(1), 325–332.
<https://doi.org/10.47687/snppvp.v2i1.191>
- [12] Munantri, N. Z., Sofyan, H., & Florestiyanto, M. Y. (2020). Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon. *Telematika*, 16(2), 97.
<https://doi.org/10.31315/telematika.v16i2.3183>
- [13] Ramadhan, M., Mulyana, D. I., & Yel, M. B. (2022). Optimasi Algoritma CNN Menggunakan Metode Transfer Learning Untuk Klasifikasi Citra X-Ray Paru-Paru Pneumonia dan Non-Pneumonia. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTik)*, 6(2), 670–6679.
<http://jurnal.kaputama.ac.id/index.php/JTik/article/view/883>
- [14] Sain, Y., Andriani, A., & Nurhidayah, N. (2023). Pelatihan Dasar Menganalisis Data dengan Menggunakan Google Colab di SMA Muhammadiyah Kendari Basic Training on Analyzing Data Using Google Colab at Muhammadiyah Kendari High School. *KREATIF: Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara*, 3(1), 1–8.
<https://journal.amikveteran.ac.id/index.php/kreatif>
- [15] Saputra, R. A., Wasiyanti, S., Supriyatna, A., & Saefudin, D. F. (2021). Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network Dan Arsitektur MobileNet Pada Aplikasi Deteksi Penyakit Daun Padi. *Swabumi*, 9(2), 184–188.
<https://doi.org/10.31294/swabumi.v9i2.11678>
- [16] Soen, G. I. E., Marlina, & Renny. (2022). Implementasi Cloud Computing dengan Google Colaboratory Pada Aplikasi Pengolah Data Zoom Participants. *Journal Informatic Technology And Communication*, 6(1), 24–30.
- [17] Sukma Hanindria, I., & Hendry. (2022). Pengklasifikasian Aksara Jawa Metode Convolutional Neural Network. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 9(3), 2727–2737.
<https://jurnal.mdp.ac.id/index.php/jatisi/article/view/2177>
- [18] Suwitonono, Y. A., & Kaunang, F. J. (2022). Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Daun Dengan

- Metode Data Mining SEMMA Menggunakan Keras. *Jurnal Komtika (Komputasi Dan Informatika)*, 6(2), 109–121. <https://doi.org/10.31603/komtika.v6i2.8054>
- [19] Walascha, A., Febriana, A., Saputri, D., Sri Nur Haryanti, D., Tsania, R., & Sanjaya, Y. (2022). Review Artikel: Inventarisasi Jenis Penyakit yang Menyerang Daun Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 1(2), 471–478.