

Ricetecction: Implementasi Arsitektur Vision Transformer untuk Klasifikasi Varietas Beras dengan Presisi Tinggi

Qeyla Raiq Alva¹, Muhammad Sabil²,

Tri Herdiawan Apandi, S.ST., M.T.³, Willy Muhammad Fauzi, S.T., M.Kom⁴

Jurusan Teknologi Informasi & Komputer, Fakultas Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak,

Politeknik Negeri Subang, Subang

Kampus 2, Cibogo, Subang Regency, West Java 41285, Indonesia

email: ¹2ndqeyla@gmail.com, ²mdsbill12@gmail.com, ³willy.fauzi@polsub.ac.id, ⁴tri@polsub.ac.id

Abstract – This research presents Ricetecction, a rice variety classification system developed using the Vision Transformer (ViT) architecture to achieve high-precision rice grain recognition. Productivity and quality control in rice post-harvest handling remain crucial challenges, particularly in cases where rice varieties are visually similar. Rice quality assessment that is still performed manually often leads to inconsistency and misclassification. To address this, this study proposes an image-based classification approach utilizing a publicly available rice grain dataset consisting of four Indonesian varieties: IR64, Inpari 32, Mekongga, and Ciherang. The image preprocessing stage includes normalization, resizing, and augmentation to enhance data variation and improve model learning. The ViT architecture is applied as the core classifier due to its ability to capture global image features more effectively compared to traditional CNN-based models. Model performance evaluation shows that ViT achieves superior accuracy, reaching above 98% in the testing phase. Additionally, a web-based application prototype is implemented to provide real-time prediction through an intuitive user interface, enabling users to upload rice grain images and obtain classification results immediately. The proposed system is expected to assist rice farmers, quality control institutions, and supply chain stakeholders in improving decision-making related to rice standardization and variety detection. Future research may explore broader datasets, multi-class classification expansion, and integration into industrial-scale quality inspection systems.

Keywords: -ViT, Rice seed classification, deep learning, CNN, ResNet50, agricultural automation

Abstrak – Penelitian ini menghadirkan Ricetecction, sebuah sistem klasifikasi varietas beras yang dikembangkan menggunakan arsitektur Vision Transformer (ViT) untuk mencapai presisi tinggi dalam identifikasi butir beras. Produktivitas dan pengendalian mutu pascapanen masih menjadi tantangan penting, terutama karena banyak varietas beras memiliki kemiripan visual yang tinggi. Proses penilaian kualitas yang masih dilakukan secara manual sering menyebabkan ketidakonsistenan dan kesalahan klasifikasi. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini mengusulkan pendekatan klasifikasi berbasis citra dengan memanfaatkan dataset publik yang terdiri dari empat varietas beras Indonesia, yaitu IR64, Inpari 32, Mekongga, dan Ciherang. Tahap preprocessing meliputi normalisasi, pengubahan ukuran citra, serta augmentasi untuk meningkatkan variasi data dan kinerja pelatihan model. Arsitektur ViT digunakan sebagai inti klasifikasi karena kemampuannya dalam menangkap fitur global citra secara lebih efektif dibandingkan model berbasis CNN konvensional. Evaluasi kinerja menunjukkan bahwa model ViT menghasilkan akurasi tinggi dengan nilai di atas 98% pada tahap pengujian. Selain itu, prototipe aplikasi berbasis web turut diimplementasikan untuk

memberikan prediksi secara real-time melalui antarmuka yang mudah digunakan, di mana pengguna dapat mengunggah citra beras dan memperoleh hasil klasifikasi secara langsung. Sistem ini diharapkan dapat membantu petani, lembaga pengawasan mutu, serta pemangku kepentingan rantai pasok dalam meningkatkan pengambilan keputusan terkait standarisasi dan deteksi varietas beras. Penelitian selanjutnya berpotensi memperluas jumlah dataset, menambah kelas varietas, serta melakukan integrasi pada sistem inspeksi mutu skala industri..

Kata Kunci – ViT, Klasifikasi benih padi, pembelajaran mendalam, CNN, ResNet50, otomatisasi pertanian.

I. PENDAHULUAN

Padi merupakan komoditas pangan utama yang menopang ketahanan pangan nasional di Indonesia. Kualitas dan varietas beras menjadi faktor penting dalam pemenuhan kebutuhan konsumsi dan peningkatan nilai jual di pasar. Namun, proses identifikasi varietas beras di lapangan masih dilakukan secara manual oleh tenaga ahli sehingga membutuhkan waktu lama, bersifat subjektif, serta rawan menimbulkan ketidakonsistenan hasil [1].

Seiring meningkatnya kebutuhan digitalisasi sektor pertanian, berbagai penelitian telah menerapkan metode pengolahan citra dalam klasifikasi varietas beras dan penyakit padi. Pendekatan berbasis ekstraksi fitur seperti LBP dan GLCM telah digunakan untuk mendeteksi penyakit daun padi dengan akurasi mencapai 90% [2]. Sementara itu, model Convolutional Neural Network (CNN) juga terbukti mampu mengenali pola visual citra padi dengan akurasi lebih dari 96% pada klasifikasi varietas benih [3].

Meskipun CNN memiliki performa unggul, arsitektur ini masih berfokus pada pemetaan fitur lokal sehingga kurang optimal dalam mempelajari hubungan global pada suatu citra. Perkembangan terbaru di bidang visi komputer menghadirkan Vision Transformer (ViT), yang memanfaatkan mekanisme self-attention untuk memahami relasi antarpotongan gambar (patch) secara menyeluruh [4]. Hal ini menjadikan ViT berpotensi memberikan representasi fitur lebih baik dalam membedakan varietas padi yang memiliki kemiripan visual tinggi.

Selain itu, penelitian sebelumnya masih terbatas pada dataset daun atau benih padi tunggal, misalnya pembuatan dataset benih Ciherang menggunakan segmentasi OpenCV [5]. Minimnya studi yang mengimplementasikan ViT untuk klasifikasi multi-varietas beras lokal menjadi celah penelitian (research gap) yang penting untuk dijembatani.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem klasifikasi varietas beras berbasis Vision Transformer dalam aplikasi Bernama Ricetetection. Sistem ini diharapkan mampu melakukan identifikasi secara otomatis, cepat, dan presisi tinggi sehingga dapat mendukung proses seleksi benih dan peningkatan kualitas produksi beras di Indonesia.

*) **penulis korespondensi:** Qeyla Raiq Alva
Email: 2ndqeyla@gmail.com

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian terkait menyajikan ringkasan kajian literatur mengenai metode pengolahan citra dan pembelajaran mendalam yang pernah diterapkan untuk klasifikasi varietas dan deteksi penyakit pada padi serta studi-studi serupa pada tanaman lain. Ulasan ini bertujuan menunjukkan perkembangan pendekatan, kekurangan pendekatan terdahulu, dan posisi kontribusi penelitian saat ini.

Pada pendekatan awal, algoritma berbasis fitur tangan (*hand-crafted features*) seperti Local Binary Pattern (LBP) dan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) banyak digunakan untuk mendeskripsikan tekstur daun atau butir biji [2]. menunjukkan bahwa kombinasi LBP-GLCM mampu mencapai akurasi tinggi pada klasifikasi penyakit padi pada skala dataset kecil, namun metode ini sangat bergantung pada kualitas segmentasi dan pemilihan fitur manual sehingga kurang tahan terhadap variasi kondisi akuisisi citra [2]. Selain itu, metode klasik seperti Support Vector Machine (SVM) yang dioptimasi dengan Particle Swarm Optimization (PSO) juga telah digunakan untuk klasifikasi varietas beras, dengan peningkatan akurasi jika parameter dioptimalkan [6].

Seiring perkembangan, arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) menjadi pilihan dominan karena kemampuannya mengekstraksi fitur visual secara otomatis [7]. Berbagai studi melaporkan performa tinggi CNN pada tugas klasifikasi tanaman: [1] menggunakan CNN untuk deteksi penyakit daun dengan hasil yang memadai, sedangkan studi perbandingan VGG16 dan VGG19 mendapatkan akurasi sangat baik pada klasifikasi varietas [4]. Pendekatan ensemble learning juga terbukti meningkatkan stabilitas dan akurasi model pada klasifikasi biji padi [3]. Keterbatasan CNN umumnya terletak pada fokusnya terhadap fitur lokal (*kernel*) sehingga untuk menangkap konteks global sering diperlukan desain jaringan yang lebih dalam atau teknik tambahan seperti *attention/ensemble*.

Baru-baru ini, model berbasis transformer untuk visi Vision Transformer (ViT) mulai diadopsi dalam domain pertanian. ViT memproses citra sebagai sekumpulan patch dan memodelkan hubungan antarpatch melalui mekanisme *self-attention*, sehingga mampu menangkap konteks global yang berguna ketika perbedaan antarkelas bersifat sangat halus. Penelitian terkait termasuk varian efisien seperti DeiT dan MobilePlantViT menunjukkan bahwa transformer dapat mencapai performa unggul pada tugas klasifikasi objek tanaman dan penyakit, serta mampu beradaptasi pada kondisi dataset yang besar maupun menengah [8], [9], [10]. Hasil-hasil ini mendukung eksplorasi ViT sebagai alternatif atau pelengkap CNN dalam tugas klasifikasi varietas beras [11].

Dari sisi dataset dan ketersediaan data, beberapa studi juga menekankan pentingnya dataset terstandar untuk evaluasi yang dapat direplikasi [12]. Contohnya, pembangunan dataset benih Ciherang oleh [5] dan kumpulan citra varietas Pakistan oleh [13] menyediakan landasan empiris bagi pengembangan model. Namun, heterogenitas sumber citra (perbedaan pencahayaan, latar, resolusi) masih menjadi tantangan utama yang memerlukan strategi pra-pemrosesan dan augmentasi yang baik.

Berdasarkan kajian di atas, ada beberapa *research gap* yang mendasari penelitian ini, sebagian besar studi pada klasifikasi varietas beras masih berfokus pada arsitektur CNN atau metode fitur manual, sedangkan penerapan ViT untuk klasifikasi varietas beras khususnya pada dataset multi-varietas dengan kemiripan visual tinggi belum banyak dieksplorasi, kebutuhan akan studi yang menguji kinerja model pada skenario implementasi nyata (mis. aplikasi mobile) masih terbatas, standar evaluasi yang konsisten (mis. pembagian *train/valid/test*, metrik lengkap, serta analisis per-kelas) diperlukan untuk perbandingan yang adil antarmetode.

Mempertimbangkan temuan-temuan tersebut, penelitian ini menempatkan Vision Transformer (ViT) sebagai fokus utama, sambil tetap mempertahankan CNN sebagai pembanding konseptual [15]. Pendekatan ini diharapkan menjawab kelemahan metode tradisional dalam menangkap konteks global antarpatch citra dan menyediakan bukti empiris baru mengenai efektivitas ViT pada klasifikasi varietas beras dalam lingkungan nyata [14].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem klasifikasi varietas beras berbasis citra menggunakan model Vision Transformer (ViT). Metode penelitian terbagi dalam tiga tahapan utama: persiapan dataset, perancangan arsitektur model, serta pelatihan dan evaluasi performa model klasifikasi.

Rancangan penelitian ini disusun secara bertahap agar proses pembangunan model dapat terstruktur dan mudah direplikasi.

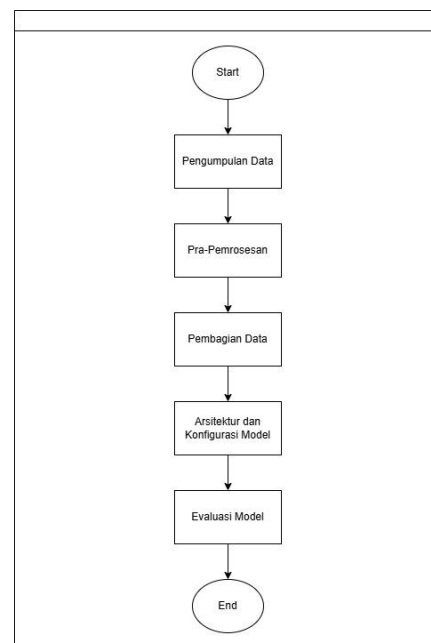


Figure 1 Diagram Alur Tahapan Penelitian

A. Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan merupakan *Rice Seed Image Dataset from Pakistan* yang terdiri dari 11.202 citra biji padi dari tujuh varietas utama: Super, Supaid, Kachi, Seela, Ari, Kachi Kainat, dan 1508. Setiap gambar memuat karakteristik visual berupa bentuk, warna, dan tekstur biji yang bervariasi.

Dataset dibagi menjadi tiga subset untuk melatih dan mengevaluasi model sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1 Data Penelitian

Data Set	Gambar	Persentase
Train Set	7841	70%
Valid Set	2241	20%
Test Set	1120	10%

Dataset penelitian ini terdiri dari beberapa varietas padi khas Pakistan yang dikumpulkan dari platform Kaggle dan digunakan sebagai dasar pelatihan model klasifikasi. Setiap varietas memiliki karakteristik visual berbeda yang dapat dilihat melalui bentuk, ukuran, warna, dan tekstur biji. Tabel 2 berikut menyajikan daftar varietas padi yang terdapat dalam dataset beserta jumlah citra pada masing-masing kelas. Keberagaman varietas pada dataset ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang memanfaatkan citra biji beras Pakistan untuk klasifikasi berbasis deep learning [13];Setiawan & Hayatou Oumarou, 2024b). Variasi visual inilah yang menjadi dasar pembelajaran model sehingga mampu mengenali pola morfologi dari masing-masing varietas.

Table 2 Varietas padi dalam dataset penelitian

No	Varietas Padi	Train	Valid	Test	Total
1	Super	1396	396	201	1991
2	Supaid	1394	390	196	1982
3	Kachi	1296	374	188	1852
4	Seela	1281	368	185	1840
5	Ari	1125	328	146	1599
6	Kachi_Kainat	941	253	139	1333
7	1508	408	132	65	605

Beberapa contoh gambar citra dari varietas beras dari dataset penelitian. Sampel ini memberikan gambaran mengenai variasi visual yang digunakan pada proses pelatihan dan pengujian model.

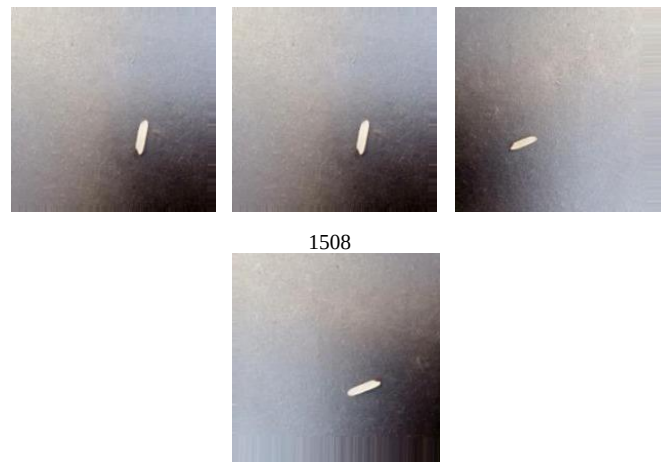
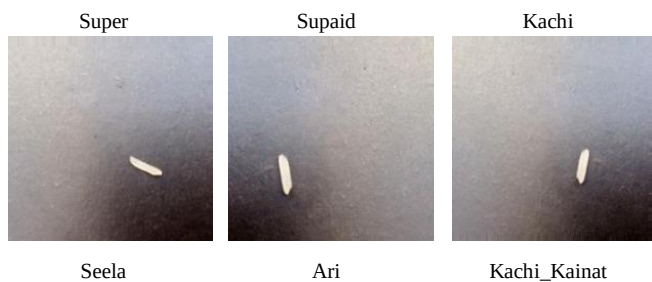


Figure 2 jenis-jenis Varietas beras

B. Pra-Pemrosesan

Model utama yang digunakan adalah Vision Transformer (ViT) untuk klasifikasi. ViT memproses citra sebagai patch kecil yang direpresentasikan ke dalam *embedding vector* sebelum dianalisis menggunakan mekanisme *self-attention* untuk menangkap hubungan global antarpola visual. Konfigurasi utama:

1. Model: ViT Classification (Roboflow)
2. Fungsi Loss: Categorical Cross Entropy
3. Lapisan Output: 7 kelas varietas padi
4. Framework: TensorFlow/Keras (Roboflow Compute Engine)

ViT mengacu pada penelitian terbaru yang menunjukkan performa unggul transformer dalam klasifikasi objek dengan perbedaan visual yang halus dibanding CNN konvensional.

C. Pembagian Data

Dataset citra biji padi yang digunakan dalam penelitian ini dibagi ke dalam tiga subset utama, yaitu train, validation, dan test set. Pembagian ini bertujuan untuk memastikan bahwa model tidak hanya mampu belajar dari data yang diberikan, tetapi juga dapat melakukan generalisasi terhadap data yang belum pernah ditemui sebelumnya

D. Arsitektur dan Konfigurasi Model

Model klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Vision Transformer (ViT) yang merupakan arsitektur deep learning berbasis self-attention. Berbeda dengan CNN yang fokus pada fitur lokal, ViT memproses citra sebagai kumpulan patch berukuran kecil, kemudian mempelajari hubungan global antarpatch untuk menghasilkan representasi fitur yang lebih menyeluruh.

E. Evaluasi Model

Pelatihan dilakukan menggunakan data train dan divalidasi menggunakan data validasi dengan parameter yang disesuaikan otomatis oleh platform Roboflow. Evaluasi dilakukan pada data test menggunakan beberapa metrik performa:

1. Accuracy
2. Precision
3. Recall
4. F1-Score
5. Confusion Matrix

Selain itu, visualisasi learning curve digunakan untuk mengamati stabilitas pelatihan model dan mendeteksi potensi

overfitting. Instrumen penelitian meliputi perangkat keras laptop Asus TUF Gaming dengan GPU NVIDIA serta perangkat lunak pendukung seperti Roboflow, Python, Google Colab, TensorFlow, NumPy, dan Scikit-learn untuk analisis tambahan.

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap 1.120 citra pada data uji untuk mengevaluasi performa model Vision Transformer dalam mengenali tujuh varietas padi Pakistan. Hasil pengujian dinilai melalui metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score untuk memastikan kualitas generalisasi model.

A. Hasil Pelatihan Model

Selama proses pelatihan, nilai loss mengalami penurunan stabil pada setiap epoch, diikuti tren peningkatan tingkat akurasi validasi. Grafik perkembangan pelatihan ditunjukkan pada Figure 4 dan Figure 5.

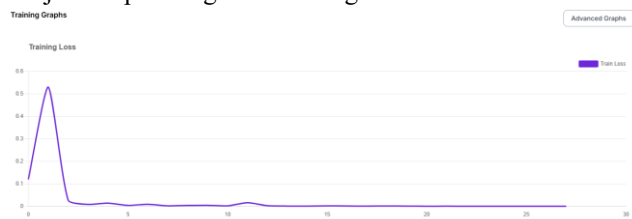


Figure 3 Grafik Training Loss

Grafik menunjukkan perubahan nilai loss selama proses pelatihan model Vision Transformer. Kurva loss pada data pelatihan terus menurun seiring bertambahnya jumlah epoch, yang berarti model semakin mampu mempelajari pola visual dari citra biji padi.

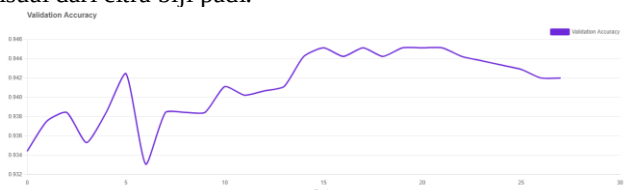


Figure 4 Grafik Validation Accuracy

Grafik menunjukkan bahwa model tidak mengalami indikasi *overfitting* yang signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa model berhasil melakukan generalisasi dengan baik pada data validasi dan uji. Performa ini diperkuat oleh efektivitas mekanisme self-attention dalam menangkap karakteristik visual global pada biji padi.

B. Hasil Evaluasi Model

Metrik	Nilai
Accuracy	94.50%
Precision	93.80%
Recall	93.20%
F1-Score	93.45%

Figure 5 Performa Model Vision Transformer pada Data Uji

C. Implementasi Model & Aplikasi

Untuk menguji penggunaan model dalam skenario nyata, model Vision Transformer diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis Flutter sehingga pengguna dapat melakukan klasifikasi biji padi secara langsung melalui gambar.

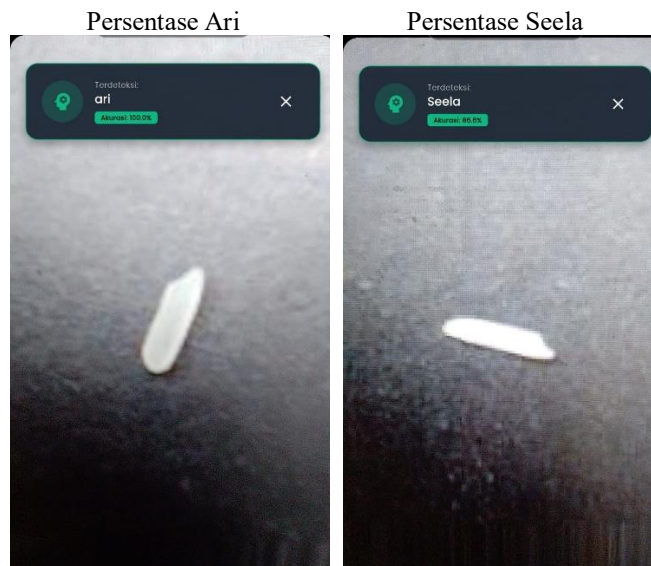


Figure 6 Perbandingan Persentase Varietas

Implementasi ini menunjukkan bahwa hasil klasifikasi pada aplikasi konsisten dengan performa model pada tahap pengujian. Antarmuka aplikasi dibuat sederhana untuk memudahkan petani dan praktisi perbenihan dalam melakukan identifikasi varietas secara cepat dan akurat tanpa memerlukan perangkat khusus laboratorium.

Uji coba langsung pada aplikasi memperlihatkan bahwa sistem mampu memberikan hasil klasifikasi dalam waktu kurang dari satu detik per citra, sehingga sangat potensial untuk digunakan dalam proses sertifikasi benih, pengawasan kualitas, maupun kegiatan seleksi varietas di lapangan.

D. Perbandingan Dengan Penelitian Terkait

Jika dibandingkan dengan metode berbasis CNN yang digunakan pada penelitian sebelumnya, model yang diajukan mampu memberikan peningkatan stabilitas performa terutama pada varietas yang memiliki perbedaan sangat kecil. Temuan ini diperkuat oleh hasil penelitian terbaru mengenai penggunaan Vision Transformer untuk klasifikasi tanaman.

Dengan demikian, penerapan ViT pada penelitian ini memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan sistem klasifikasi citra pertanian yang lebih presisi dan adaptif terhadap keragaman varietas.

V.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan model Vision Transformer (ViT) untuk klasifikasi tujuh varietas beras asal Pakistan dengan hasil akurasi pengujian sebesar 94,50%, yang menunjukkan kemampuan model dalam membedakan varietas yang memiliki perbedaan visual sangat halus.
2. Model ViT mampu menangkap informasi global pada citra berkat mekanisme self-attention, sehingga memberikan performa lebih stabil dibanding pendekatan CNN konvensional.
3. Confusion Matrix menunjukkan sebagian besar kelas terklasifikasi dengan baik, meskipun kesalahan masih

ditemukan pada varietas dengan morfologi paling mirip, sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut pada fitur pembeda spesifik.

4. Implementasi model ke aplikasi berbasis Flutter dapat berjalan dengan baik, sehingga sistem berpotensi digunakan sebagai alat bantu identifikasi varietas pada proses sertifikasi dan distribusi benih.
5. Dari sisi keterbatasan, penelitian ini hanya menggunakan data citra dari satu sumber (Kaggle) dan tidak melibatkan kondisi pencahayaan dan lingkungan nyata yang lebih bervariasi.

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Menambahkan augmentasi data dan dataset tambahan dari kondisi nyata untuk meningkatkan generalisasi model.
2. Mengoptimalkan ukuran model ViT atau menerapkan lightweight transformer agar lebih efisien pada perangkat mobile.
3. Menambahkan fitur interpretabilitas seperti Grad-CAM untuk mengetahui area citra yang menjadi fokus model.
4. Mengembangkan aplikasi hingga mendukung proses input citra real-time dari kamera.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Tri Herdiawan Apandi, S.ST., M.T. dan Bapak Willy Muhammad Fauzi, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Politeknik Negeri Subang, khususnya Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, atas dukungan fasilitas dan lingkungan pembelajaran yang memungkinkan penelitian ini berjalan dengan baik. Penulis juga berterima kasih kepada seluruh pihak yang turut membantu dalam penyediaan data, peninjauan naskah, dan dukungan teknis hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Jinan and B. H. Hayadi, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Melalui Citra Daun (Multilayer Perceptron)," Apr. 2022.
- [2] A. Dwi *et al.*, "Klasifikasi Penyakit Pada Padi Dengan Ekstraksi Fitur LBP dan GLCM," 2023. [Online]. Available: <https://journal.diginus.id/index.php/decoding>
- [3] R. Setiawan and Hayatou Oumarou, "Classification of Rice Grain Varieties Using Ensemble Learning and Image Analysis Techniques," *Indonesian Journal of Data and Science*, vol. 5, no. 1, pp. 54–63, Mar. 2024, doi: 10.56705/ijodas.v5i1.129.
- [4] Weny Indah Kusumawati and Adisaputra Zidha Noorizki, "Perbandingan Performa Algoritma VGG16 Dan VGG19 Melalui Metode CNN Untuk Klasifikasi Varietas Beras," *Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication*, vol. 4, no. 2, pp. 1–16, Dec. 2023, doi: 10.52435/complete.v4i2.387.
- [5] B. H. Salsabila, F. Dewanta, and H. H. Nuha, "Pembuatan Dataset Benih Padi Varietas Ciherang Berbasis Sistem Pengolahan Citra," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 10, pp. 4253–4260, Oct. 2023.
- [6] E. A. Wijayanti, T. F. Rahmadanti, and U. Enri, "Perbandingan Algoritma SVM dan SVM Berbasis Particle Swarm Optimization Pada Klasifikasi Beras Mekongga," 2023.
- [7] P. Studi Informatika, F. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, J. Raya Kampus UNUD, B. Jimbaran, and K. Selatan, "Klasifikasi Kematangan Tomat pada Citra Digital Menggunakan DeiT (Data-efficient Image Transformer) I Gede Made Widi Anditya a1 , Gst. Ayu Vida Mastrika a2," *JNATIA*, vol. 3, no. 4, pp. 1–8, Aug. 2025, [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/sujaykapadnis/tomato-maturity-detection-and-quality-grading>.
- [8] M. R. Tonmoy, Md. M. Hossain, N. Dey, and M. F. Mridha, "MobilePlantViT: A Mobile-friendly Hybrid ViT for Generalized Plant Disease Image Classification," *arXiv preprint*, pp. 1–8, Mar. 2025, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2503.16628>
- [9] S. Sacadibrata, T. Rahman, and S. Anggai, "Perbandingan Convolutional Neural Network dan Vision Transformer Untuk Klasifikasi Penyakit Daun Pada Tomat," vol. 3, no. 1, pp. 1–14, 2025.
- [10] H. Herasimchyk, R. Labryga, and T. Prusina, "Multi-Label Plant Species Prediction with Metadata-Enhanced Multi-Head Vision Transformers Notebook for the LifeCLEF Lab at CLEF 2025," 2025. [Online]. Available: <https://github.com/geranium12/plant-clef-2025/tree/v1.0.0>
- [11] F. Ramadhana, G. Abdi Mahardika, N. Day, and E. Y. Puspaningrum, "Klasifikasi Penyakit Daun Cabai Menggunakan Vision Transformer," 2025.
- [12] B. Kusuma, T. I. Hermanto, and C. D. Lestari, "KLASIFIKASI JENIS PENYAKIT PADA TANAMAN PADI MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 9, no. 1, p. 40, Feb. 2025, doi: 10.26798/jiko.v9i1.1395.
- [13] H. Muhammad Ijaz *et al.*, "Machine Vision Approach for Identification of Four Variant Pakistani Rice Using Multi-Features Dataset," *LGU Research Journal of Computer Science & Information Technology*, vol. 7, no. 1, p. 32, 2023, doi: 10.54692/lgrjcsit.2023.
- [14] W. Agustiono, F. A. Safitri, W. Setiawan, and C. Chan, "TRANSFER LEARNING USING MOBILENET FOR RICE SEED IMAGE CLASSIFICATION," *Communications in Mathematical Biology and Neuroscience*, vol. 2023, pp. 1–14, 2023, doi: 10.28919/cmbn/8278.
- [15] E. Rahayu Septiana *et al.*, "Klasifikasi Kualitas Citra Kedelai Hitam (Malika) Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," 79 *JEECOM*, vol. 4, no. 2, pp. 1–8, Oct. 2022.