

KLASIFIKASI TANAMAN BERDASARKAN CITRA BUNGA MENGUNAKAN CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN)

Katarina Nofrianty Watu Dopo, Franki Yusuf Bisilin, Benyamin Jago Belalawe

Teknik Informatika, Stikom Uyelindo Kupang
Jalan Perintis Kemerdekaan 1, Kayu Putih, Kota Kupang, Indonesia
katarinadopo92@gmail.com

ABSTRAK

Tanaman merupakan ekosistem yang berperan penting sebagai penghasil oksigen, sumber makanan, bahan obat-obatan dan elemen estetika dan budaya bagi kelangsungan hidup manusia. Salah satu tanaman yang paling beragam adalah tanaman berbunga karena memiliki ciri visual yang menarik seperti bentuk dan warna bunga. Namun, proses mengidentifikasi dan mengklasifikasi tanaman berdasarkan citra bunga masih memakan waktu yang lama, membutuhkan keahlian khusus, dan rentan menimbulkan kesalahan ketika memiliki kemiripan antarspesies. Oleh karena itu dibutuhkan sistem otomatis untuk mengklasifikasikan tanaman berdasarkan citra bunga untuk meningkatkan efisiensi dan ketepatan. Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan proses klasifikasi tanaman berbunga dengan cara mengelompokkan gambar bunga berdasarkan ciri-ciri visual seperti bentuk dan warna bunga dengan menggunakan metode Convolution Neural Network (CNN). CNN merupakan salah satu metode deep learning yang memiliki kemampuan untuk mengelolah informasi citra dan membantu untuk mengklasifikasi gambar dengan beberapa tahapan yaitu convolutional layer untuk ekstraksi fitur, pooling layer untuk reduksi dimensi, dan fully connected layer untuk proses klasifikasi. Sehingga Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi jenis tanaman berdasarkan citra bunga menggunakan metode Convolution Neural Network (CNN). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model yang dibangun mampu menghasilkan akurasi tertinggi pada fold ke-4 sebesar 90% dengan akurasi rata-rata 87,5%. Dengan demikian pada penelitian ini menunjukan bahwa metode Convolution Neural Network (CNN) efektif digunakan dalam klasifikasi citra.

Kata kunci : CNN, Klasifikasi, Tanaman Berbunga

1. PENDAHULUAN

Tanaman merupakan ekosistem yang berperan penting sebagai penghasil oksigen, sumber makanan, bahan obat-obatan, elemen estetika dan budaya bagi kelangsungan hidup manusia[1].

Salah satu tanaman yang paling beragam adalah tanaman berbunga karena bunga merupakan bagian tanaman yang menghasilkan biji dan memiliki ciri khas bunga yang menarik serta sebagai organ reproduksi. Struktur tanaman berbunga terdiri dari mahkota, kelopak, benang sari dan putik yang berfungsi untuk penyerbukan dan pembuahan. Selain sebagai organ reproduksi tanaman berbunga memiliki keragaman jenis yang terdiri dari beberapa kelompok yaitu tanaman sayuran, tanaman perkebunan, tanaman hias, tanaman buah dan tanaman obat-obatan yang memberikan manfaat besar bagi kehidupan manusia. Salah satu cara untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi tanaman adalah dengan cara mengelompokkan citra bunga berdasarkan bentuk dan warna. Namun proses mengidentifikasi dan mengklasifikasi tanaman berdasarkan citra bunga masih memakan waktu yang lama, membutuhkan keahlian khusus, dan rentan menimbulkan kesalahan ketika memiliki kemiripan antarspesies[2].

Oleh karena itu dibutuhkan sistem untuk mengklasifikasi tanaman berdasarkan citra bunga untuk mengurangi kesalahan identifikasi, menghemat waktu dan mendukung ketepatan klasifikasi berbagai jenis tanaman berbunga.

Perkembangan teknologi memungkinkan proses klasifikasi tanaman berbunga dengan cara mengelompokkan gambar bunga berdasarkan ciri-ciri visual seperti bentuk dan warna. Pada penelitian Gramandha Wega Intyanto dengan judul “Klasifikasi Citra Bunga dengan Menggunakan Deep Learning: CNN (Convolution Neural Network)” berhasil mengklasifikasi lima jenis bunga dengan akurasi sebesar 62% pada arsitektur buatan penulis, sedangkan arsitektur VGG16 mencapai 80%, sehingga CNN terbukti efektif dalam mengklasifikasi citra bunga. Klasifikasi citra sendiri merupakan proses mengelompokkan suatu objek berdasarkan karakteristik tertentu dengan tujuan menempatkan citra ke dalam kelas yang sesuai[3].

Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu metode *deep learning* yang memiliki kemampuan untuk mengelola informasi citra dan membantu untuk mengklasifikasi gambar[4].

CNN bekerja menggunakan lapisan *konvolusi*, *pooling*, dan *fully connected layer* untuk mengelolah data visual sehingga mampu untuk mengekstraksi fitur secara otomatis tanpa perlu proses manual[5].

Keunggulan CNN adalah kemampuannya dalam mengelolah data dalam jumlah besar dengan akurasi yang tinggi serta mampu mengenali pola visual yang kompleks[6].

Berdasarkan permasalahan yang ada, akan dilakukan klasifikasi untuk mengidentifikasi jenis tanaman berdasarkan citra bunga dengan menerapkan Convolutional Neural Network (CNN)[7].

Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam perkembangan teknologi klasifikasi citra, terutama bagi sektor pertanian dan erkebunan yang membutuhkan proses klasifikasi tanaman berdasarkan citra bunga secara tepat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian Munadar dan Rozi melakukan penelitian untuk mengklasifikasikan empat jenis bunga dengan total 4705 data menggunakan arsitektur CNN VGG16 dengan akurasi 98,73% dan NasNetMobile dengan akurasi sebesar 99,15% .Hasil ini menunjukkan bahwa CNN sangat efektif dalam klasifikasi gambar bunga secara otomatis[8].

Peneliti Rexion Alondeo Boimau & Yampi R. Kaesmetan melakukan penelitian untuk klasifikasi citra bumbu dan rempah dengan total dataset 300 citra dan menghasilkan akurasi data latih 98,75%, data uji 85% dan pengujian data baru menghasilkan akurasi 88,98%. Hasil ini menunjukkan bahwa CNN efektif dalam mengenali dan mengklasifikasi citra digital bumbu dan rempah secara otomatis dengan akurasi tinggi[9].

Penelitian Sriani mengembangkan penelitian dengan judul Implementasi *Deep Learning* Menggunakan metode *Convolutional Neural Network* untuk klasifikasi jenis bunga anggrek. Penelitian ini menunjukkan bahwa model CNN mampu mencapai akurasi rata-rata sebesar 94,28% dengan kemampuan mengenali jenis anggrek yang berbeda secara otomatis[10].

2.2. Tanaman Berbunga

Tanaman berbunga atau dalam Bahasa latin *Angiospermae* adalah kelompok tanaman yang memiliki bunga. Bunga merupakan bagian tanaman yang menghasilkan biji, memiliki ciri khas bunga yang menarik serta sebagai organ reproduksi. Tanaman berbunga memiliki keberagaman jenis yang terdiri dari:

Tabel 1. Jenis Tanaman Berbunga

No	Jenis Tanaman Berbunga
1	Tanaman Sayuran
2	Tanaman Perkebunan
3	Tanaman Hias
4	Tanaman Buah
5	Tanaman Obat-obatan

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa tanaman berbunga memiliki keberanekaragaman jenis yang dikelompokkan dalam beberapa kategori yaitu tanaman sayuran, tanaman perkebunan , tanaman hias, tanaman buah, dan tanaman obat-obatan.

2.3. Citra Digital

Citra digital merupakan representasi objek dua dimensi (2D) yang dapat di proses oleh komputer dan tersusun atas piksel yang memiliki intensitas tertentu. Setiap piksel merepresentasikan Tingkat kecerahan

atau warna dalam satu gambar. Citra digital dapat dibedakan menjadi dua yaitu[11] :

2.4. Citra Warna RGB

Citra RGB (*Red, Green, Blue*) terdiri dari tiga komponen warna utama yang dikombinasikan untuk menghasilkan berbagai variasi warna[12].

2.5. Citra Grayscale

Citra *Grayscale* terdiri dari satu komponen warna, yaitu hitam dan putih. Setiap piksel dalam citra memiliki nilai intensitas Cahaya 0-255[13].

2.6. Klasifikasi

Klasifikasi merupakan proses pengelompokan objek atau citra berdasarkan ciri-ciri yang sama. Dalam citra digital, klasifikasi adalah proses pengkategorian piksel ke dalam kelas tertentu berdasarkan nilai numerik yang mempresentasikan intensitas atau kecerahan masing-masing piksel[14].

2.7. K-Fold Cross-Validation

K-fold Cross Validation merupakan metode evaluasi yang digunakan dalam pembelajaran mesin untuk menilai kinerja model. Teknik ini dilakukan dengan membagi dataset menjadi beberapa bagian (K bagian) dengan ukuran yang sama. Setiap bagian akan digunakan secara bergantian sebagai data uji, sementara bagian lainnya digunakan sebagai data latih[6].

2.8. Deep Learning

Deep Learning merupakan cabang dari imachine learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan berlapis untuk mempelajari data secara otomatis. Metode ini efektif dalam analisis citra karena mampu mengenali pola kompleks seperti warna, bentuk, tekstur bunga secara akurat[15].

2.9. Convolution Neural Network

Convolution Neural Network (CNN) merupakan salah satu metode *deep learning* yang digunakan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan pola pada citra digital. CNN mampu mengenali dan mengklasifikasikan pola visual secara otomatis melalui beberapa lapisan, yaitu *convolutional layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer*, yang bekerja secara bertahap dalam mengekstraksi fitur sehingga menghasilkan prediksi yang akurat[16].

2.10. Convolution Layer

Convolution layer merupakan lapisan utama pada CNN yang berfungsi untuk mengekstraksi fitur dari citra melalui proses konvolusi dengan kernel untuk menghasilkan feature map yang mempresentasikan pola visual. Untuk menghitung persamaan *convolution layer* maka menggunakan persamaan berikut[17] :

$$n(w, h) = \left(\frac{n_{in+2p-k}}{s} \right) + 1$$

2.11. Polling Layer

Pooling Layer merupakan lapisan yang berfungsi untuk mengurangi dimensi data hasil dari *Convolution layer* tanpa menghilangkan informasi penting di dalamnya[18].

2.12. Fully Connected Layer

Fully Connected Layer merupakan lapisan terakhir dalam arsitektur CNN yang berfungsi untuk menggabungkan semua fitur yang telah diekstraksi oleh lapisan semuanya[19].

2.13. Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan suatu model untuk mengevaluasi kinerja dari model klasifikasi dengan membandingkan hasil prediksi model terhadap data yang sebenarnya. Dalam *confusion matrix* terdapat empat komponen utama yaitu [20]:

	Positive	Negative
Positive	TP	FP
Negative	FN	TN

Gambar 1. Confusion Matrix

2.14. Sensitivitas

Sensitivitas merupakan ukuran yang digunakan untuk menilai sejauh mana suatu model mampu mengenali data yang benar-benar termasuk dalam kelas positif.

$$\text{Sensitivitas} = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\%$$

2.15. Spesifitas

Spesifitas merupakan kemampuan model untuk menemukan kelas negatif secara tepat. Parameter ini menunjukkan seberapa akurat system dalam memprediksi data yang benar-benar negatif tanpa salah identifikasi.

$$\text{Spesifitas} = \frac{TN}{TN + FP} \times 100\%$$

2.16. Akurasi

Akurasi adalah metrik yang menunjukkan Tingkat ketepatan model dalam melakukan klasifikasi terhadap seluruh data uji, baik positif dan negatif.

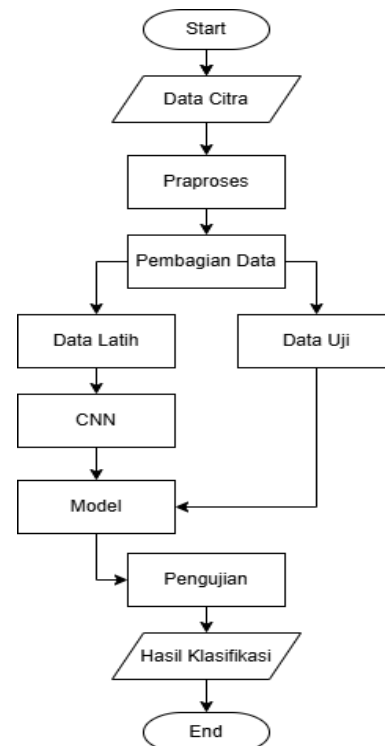
$$\text{Akurasi} = \left(\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \right) \times 100\%$$

3. METODE PENELITIAN

3.1. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam mengolah data hingga

proses pengujian model klasifikasi tanaman berbunga berbasis citra dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Tahap penelitian tersebut ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart penelitian

3.2. Data Citra

Data citra yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 25 jenis bunga dari 5 jenis tanaman yang Dimana setiap jenis bunga menghasilkan 40 sampel bunga sehingga total dataset menjadi 1000 data citra.

3.3. Praproses Citra

Tahap awal praproses citra dilakukan melalui augmentasi data dengan teknik rotasi dan *flipping*. Rotasi citra dilakukan pada sudut 0°, 45°, 90°, 135°, dan 180°. Lalu Mengubah ukuran citra menjadi 200 x 200 piksel, sehingga ukuran citra sama. Setelah itu mengubah *background* pada foto asli citra ke *background* putih agar bisa memfokuskan hanya pada bagian bunga. Setelah proses tersebut, citra tetap dalam format RGB (*Red, Green, Blue*) untuk mempertahankan informasi warna sebagai salah satu ciri penting dalam klasifikasi bunga.

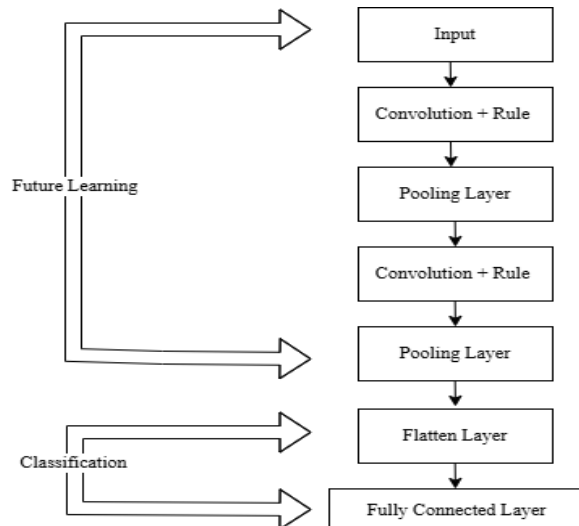
3.4. Pembagian Data

Pada tahap pembagian data digunakan *K-Fold Cross-Validation*, di mana dataset dibagi menjadi K subset (lipatan) dengan K=5. Secara keseluruhan, proporsi pembagian data ditetapkan sebesar 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji.

3.5. CNN

Pada tahap ini digunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN), dimana nilai

piksel citra diolah menjadi data numerik dan diproses melalui beberapa lapisan konvolusi untuk mengekstraksi fitur. yang dihasilkan kemudian diteruskan ke *Fully Connected layer* untuk melakukan proses klasifikasi. Alur proses CNN pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 3. Proses CNN

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

Implementasi system pada penelitian ini menggunakan model *Convolution Neural Network* (CNN). Proses dimulai dengan melakukan *preprocessing data*. Selanjutnya dilakukan pelatihan model untuk mengenali pola visual pada citra bunga, kemudian dilanjutkan dengan pengujian menggunakan data uji untuk mengetahui kinerja model. Hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi kemampuan model dalam melakukan klasifikasi.

4.2. Hasil Praproses Citra

Hasil praproses citra dilakukan melalui augmentasi berupa rotasi dan *flipping* untuk meningkatkan variasi data, Selanjutnya, citra tetap dalam format RGB (*Red, Green, Blue*) untuk menjaga informasi warna yang penting dalam proses klasifikasi. Hasil praproses di tampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Praproses Citra

4.3. Convolutional Neural Network

Arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- Convolutional Layer 1 – filter: 32, kernel 3x3, stride:1, aktivasi: ReLU
- Max Pooling Layer 1 – pool size 2x2
- Convolutional Layer 2 – filter: 64, kernel 3x3, stride:1, aktivasi: ReLU
- Max Pooling Layer 2 – pool size 2x2
- Convolutional Layer 3 – filter: 128, kernel 3x3, stride:1, aktivasi: ReLU
- Max Pooling Layer 3 – pool size 2x2
- Flatten Layer
- Fully Connected Layer – 128 neuron, aktivasi: ReLU
- Dropout Layer – rate: 0,5
- Output Layer – jumlah neuron sesuai kelas, Aktivasi: Softmax

4.4. Hasil Pengujian Model

Evaluasi terhadap kinerja model di lakukan melalui *confusion matrix* untuk mengukur kemampuan klasifikasi yang dihasilkan. Berikut Rincian hasil pengujian pada masing-masing *fold* menggunakan *confusion matrix* di tampilkan pada tabel 2

Tabel 2. Hasil *Confusion Matrix*

Fold	Sensitivitas	Spesifitas	Akurasi
Fold 1	87,5%	99,48%	87,5%
Fold 2	85,0%	99,38%	85,0%
Fold 3	87,5%	99,48%	87,5%
Fold 4	90,0%	99,58%	90,0%
Fold 5	87,5%	99,48%	87,5%
Rata – rata(Σ)	87,5%	99,48%	87,5%

Berikut salah satu hasil *confuxion matrix* pada hasil *fold tertinggi* yaitu pada *fold 4* yang di tampilkan pada gambar 5 :

[illegible]

Gambar 5. Hasil *Confusion Matrix* pada *fold 4*

Dari hasil *confusion matrix* pada fold 4, diperoleh nilai sensitivitas, spesifitas dan akurasi dari data jenis tanaman berbunga sebagai berikut :

a. Sensivitas

$$\begin{aligned}
 & \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{6}{6+2} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{7}{7+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{6}{6+2} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{7}{7+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{7}{7+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{6}{6+2} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{5}{5+3} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{7}{7+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{3}{3+5} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{7}{7+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{7}{7+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{8}{8+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{7}{7+1} \right) \times 100\% \right)
 \end{aligned}$$

$$\text{Sensivitas Rerata} = \frac{\left(\left(\frac{7}{7+1} \right) \times 100\% \right)}{25} = 90\%$$

b. Spesifitas

$$\begin{aligned}
 & \left(\left(\frac{191}{191+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{190}{190+2} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{191}{191+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{191}{191+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{191}{191+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{191}{191+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{187}{187+5} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{190}{190+2} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{191}{191+1} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{190}{190+2} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{191}{191+1} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{191}{191+1} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \left(\left(\frac{192}{192+0} \right) \times 100\% \right) + \\
 & \left(\left(\frac{191}{191+1} \right) \times 100\% \right)
 \end{aligned}$$

$$\text{Spesifitas Rerata} = \frac{\left(\left(\frac{191}{191+1} \right) \times 100\% \right)}{25} = 99,48\%$$

c. Akurasi

$$\text{Akurasi} = \left(\frac{8+8+8+6+7+8+8+6+7+8+8+8+7+6+8+5+7+8+3+8+8+8+7+8+7}{200} \right) \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \left(\frac{180}{200} \right) \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 90.0\%$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan *confusion matrix* pada fold ke-4, diperoleh nilai sensitivitas 90%, spesifitas 99,58% dan akurasi 87,5%.

Secara keseluruhan pengujian menunjukan bahwa model memiliki performa yang baik pada setiap fold dengan akurasi tertinggi pada k-fold ke -4 dan rata-rata akurasi keseluruhan 87,5%, sensitivitas 87,5% dan spesifitas 99,48%.

Setelah mendapatkan hasil pada model, hasil prediksi selanjutnya divisualisasi dan dilanjutkan dengan proses mapping untuk mengelompokan setiap jenis bunga masuk ke dalam kategori jenis tanaman

seperti tanaman sayuran, perkebunan, hias dan obat-obatan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, Model *Convolution Neural Network* (CNN) mampu mengklasifikasi 25 citra bunga ke dalam 5 jenis tanaman dengan hasil yang cukup baik. Dari hasil pengujian menggunakan *K-fold cross validation* model dapat menghasilkan akurasi tertinggi pada k-fold 4 dengan nilai akurasi 90% dengan akurasi rata-rata keseluruhan 87,5%. Saran dari penelitian ini menambahkan jumlah dataset agar model bisa lebih banyak belajar dan dapat meningkatkan hasil akurasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Mahajani *et al.*, "Identifikasi Morfologi Tumbuhan Tingkat Tinggi Di Kawasan Pesisir Pantai Batu Pinagut Kecamatan Kaidipang Kabupaten Bolaang Mongondow Provinsi Sulawesi Utara," *SemanTECH (Seminar Nas. Teknol. Sains dan Humaniora)*, vol. 4, no. 1, pp. 319–330, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.poligon.ac.id/index.php/semantech/article/view/1030>
- [2] A. Rahman, M. Salim, and I. Riadi, "Klasifikasi Citra Spesies Bunga Di Indonesia Berbasis Convolutional Neural Network Menggunakan Teknik Transfer Learning," *J. Softw. Eng. Comput. Intell.*, vol. 2, no. 02, pp. 92–100, 2025, doi: 10.36982/jseci.v2i02.4942.
- [3] Andi Nurul Inaya, Azzah Ulima Rahma, Miftakhul Jannah, Luthfiyah Ramadhani K. Arafah, Lulu Latifa Ishak, and Marwan Ramdhany Edy, "Klasifikasi Citra Dengan Pendekatan Transfer Learning Pada Gambar Fauna Terbang," *J. Mediat.*, vol. 7, no. 1, pp. 85–89, 2024, doi: 10.59562/mediatik.v7i1.2785.
- [4] M. Rijal, A. M. Yani, and A. Rahman, "Deteksi Citra Daun untuk Klasifikasi Penyakit Padi menggunakan Pendekatan Deep Learning dengan Model CNN," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 10, no. 1, pp. 56–62, 2024, doi: 10.54914/jtt.v10i1.1224.
- [5] I. Suhardin, A. Patombongi, and A. M. Islah, "MENGIDENTIFIKASI JENIS TANAMAN BERDASARKAN CITRA DAUN MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 100–108, 2021, doi: 10.51876/simtek.v6i2.101.
- [6] F. Akbar Nugroho and N. Wiliani, "Perbandingan Perbandingan Kinerja ANN dan CNN dalam Tugas Klasifikasi Citra Berbasis Pembelajaran Mesin," *Teknomatika J. Inform. dan Komput.*, vol. 18, no. 1, pp. 22–27, 2025, doi: 10.30989/teknomatika.v18i1.1561.
- [7] A. M. Istiqomah, "Klasifikasi Citra Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Arsitektur Inception V4 Berbasis

- Android Pada Dataset Flower Recognition Ainun Mardiyah Istiqamah,” pp. 13–20, 2020, [Online]. Available: http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/804/%0Ahttp://repository.unhas.ac.id/id/eprint/804/2/H13116507_skripsi_1-2.pdf
- [8] A. N. R. Munandar and A. F. Rozi, “Analisis Arsitektur Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Citra Bunga,” *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 6, no. 3, pp. 522–531, 2024, doi: 10.47233/jteksis.v6i3.1413.
- [9] Rexion Alondeo Boimau and Yampi R. Kaesmetan, “Klasifikasi Citra Digital Bumbu dan Rempah Dengan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN),” *Repeater Publ. Tek. Inform. dan Jar.*, vol. 2, no. 3, pp. 26–34, 2024, doi: 10.62951/repeater.v2i3.81.
- [10] S. Sriani, A. Armansyah, and N. Panjaitan, “Implementasi Deep Learning Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Jenis Bunga Anggrek,” *Data Sci. Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 22–36, 2024, doi: 10.47709/dsi.v4i2.4941.
- [11] J. Jumadi, Y. Yupianti, and D. Sartika, “Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering,” *JST (Jurnal Sains dan Teknol.)*, vol. 10, no. 2, pp. 148–156, 2021, doi: 10.23887/jstundiksha.v10i2.33636.
- [12] D. L. Amrullah, E. R. Swedia, M. Cahyanti, and M. R. Dwi Septian, “Implementasi Color Detection Menggunakan Algoritma Midpoint Berbasis Sistem Operasi Android,” *Sebatik*, vol. 26, no. 1, pp. 121–130, 2022, doi: 10.46984/sebatik.v26i1.1631.
- [13] M. Limena, G. Maslebu, and F. S. Rondonuwu, “Pemanfaatan citra kamera inframerah thermal (kit) untuk mendeteksi area inflamasi pada tubuh manusia,” *J. Teknosains*, vol. 11, no. 1, p. 43, 2021, doi: 10.22146/teknosains.39672.
- [14] H. N. Asna and F. S. Papilaya, “Analysis Transfer of the Function Cover of Agricultural Land Become a Housing Area and Industry in the Semarang City with Approach of Remote Sensing and Geographic Information System,” *J. Appl. Geospatial Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 204–210, 2019, doi: 10.30871/jagi.v3i2.1264.
- [15] A. Raup, W. Ridwan, Y. Khoeriyah, S. Supiana, and Q. Y. Zaqiah, “Deep Learning dan Penerapannya dalam Pembelajaran,” *JiIP - J. Ilm. Ilmu Pendidik.*, vol. 5, no. 9, pp. 3258–3267, 2022, doi: 10.54371/jiip.v5i9.805.
- [16] H. Qonita, P. W. Laksono, and Y. Priyandari, “Implementasi Deep Learning Menggunakan Metode Convolutional Neural Network untuk Mendeteksi Kehalalan pada Kosmetik,” *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 22, no. 1, p. 67, 2023, doi: 10.20961/performa.22.1.76650.
- [17] K. Azmi, S. Defit, and S. Sumijan, “Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Batik Tanah Liat Sumatera Barat,” *J. Unitek*, vol. 16, no. 1, pp. 28–40, 2023, doi: 10.52072/unitek.v16i1.504.
- [18] M. R. Alwanda, R. P. K. Ramadhan, and D. Alamsyah, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle,” *J. Algoritma.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–56, 2020, doi: 10.35957/algoritme.v1i1.434.
- [19] N. Kasim, M. B. Fadilah, W. Al Hidayat, and R. A. Saputra, “Klasifikasi Jenis Tanaman Herbal Berdasarkan Citra Menggunakan Metode Convolution Neural Network (CNN),” *J. Tekno Kompak*, vol. 19, no. 1, p. 64, 2024, doi: 10.33365/jtk.v19i1.4536.
- [20] L. Hakim, A. Sobri, L. Sunardi, and D. Nurdiansyah, “Prediksi Penyakit Jantung Berbasis Mesin Learning Dengan Menggunakan Metode K-NN,” *J. Digit. Teknol. Inf.*, vol. 07, no. 02, pp. 14–20, 2024.