

IDENTIFIKASI JENIS MANGGA BERDASARKAN CIRI DAUN MENGGUNAKAN METODE CNN

Sayyid Ahmad Wisak¹, Nindy Aulia Safirah², Yampi R Kaesmetan³

Teknik Informatika, STIKOM Uyelindo Kupang

Jl. Perintis Kemerdekaan I, Kayu Putih, Kota Kupang

e-mail: *¹sayyidwisak@gmail.com, ²nindysafirah452@gmail.com,
³kaesmetanyampi@gmail.com

Abstract

Mango, originating from India and bearing the scientific name *Mangifera indica* L, spread to Southeast Asia, including Malaysia and Indonesia. Rich in vitamins A and C, mango boosts immunity and exhibits a wide genetic diversity. From the genetic diversity and types of mango leaves, many people do not understand well about the types of mangoes based on mango leaves. Therefore it is necessary to identify the type of mango based on the leaves so that people can easily understand the type of a mango. The Convolutional Neural Network (CNN) method proves effective in identifying plants based on morphological features. CNN, a development from Multilayer Perceptron (MLP), is employed in testing using Teachable Machine with 60 mango leaf images, divided into 3 classes. Across 4 different classifications, the average confusion matrix shows CNN accuracy at 83.30%, precision at 94.43%, and recall at 88.28%. With CNN, the accuracy in identifying mango leaf characteristics improves.

Keyword: Classification, CNN, Mango

PENDAHULUAN

Mangga merupakan salah satu jenis tanaman buah yang berasal dari India. Mangga memiliki nama latin *Mangifera indica* L, dan termasuk dalam famili *Anacardiaceae* (Deni Hidayat, 2022). Mangga memiliki variasi dalam hal bentuk, struktur tulang daun, ukuran dan warna buah, yang menunjukkan keragaman genetik yang cukup luas. Dari banyaknya keragaman genetik dan jenis masyarakat masih banyak yang belum bisa membedakannya (Sembiring et al., 2020). Berbagai cara dapat dilakukan untuk membedakan jenis mangga salah satunya dengan melihat bentuk dan tekstur daunnya (Deni Hidayat, 2022). Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan citra atau gambar daun mangga yang berjumlah 60, yang dibagi menjadi 3 kelas yaitu kelas daun mangga arum manis, daun mangga australia, daun mangga udang. Untuk setiap kelasnya dibagi dari total citra menjadi 3 bagian yaitu masing-masing dengan jumlah 20 citra.

Deep learning merupakan suatu kelas dari teknik pembelajaran mesin yang memanfaatkan banyak lapisan dalam pemrosesan informasi untuk ekstraksi dan informasi (Charli et al., 2020). Salah satu algoritma populer dalam *Deep Learning* adalah *Convolutional Neural Network (CNN)*. Kini CNN dinilai telah menunjukkan keunggulan luar biasa dalam berbagai penerapan di dunia nyata dibandingkan Sebagian besar pendekatan pada metode *Machine Learning* yang lain (Azizah, 2021). Dengan bantuan CNN, komputer dapat “melihat” dan “membedakan” berbagai objek (Husna et al., 2022). Pada penelitian sebelumnya Algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dapat mengklasifikasi 5 jenis mangga dengan baik dan menghasilkan nilai akurasi baik. Algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* layak menjadi salah satu model untuk klasifikasi, dan membuktikan bahwa *learning rate* dan *batch size* memang berpengaruh terhadap proses training (Yati et al., 2023).

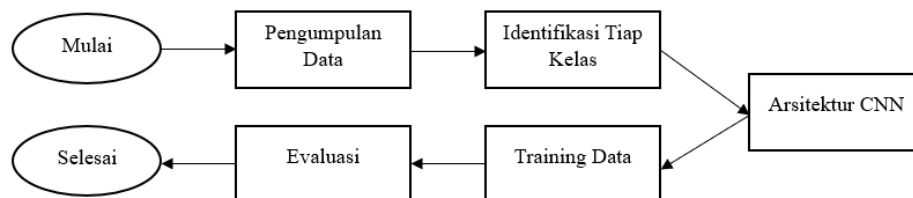
Algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* memiliki kinerja yang bagus dalam proses pengklasifikasian (Yati et al., 2023). Hal tersebut yang membuat Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model otomatis yang dapat dengan akurat membedakan berbagai jenis daun mangga berdasarkan karakteristik morfologinya. Di sisi lain, riset ini juga bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana model CNN bekerja dalam klasifikasi gambar daun mangga, dengan membandingkan hasil prediksi model dengan label yang telah ditetapkan sebelumnya. Penelitian ini akan mengidentifikasi ke kesalahan yang paling mungkin dalam proses identifikasi dengan

berfokus pada akurasi, presisi dan *recall* dalam proses identifikasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memajukan teknologi pengenalan tanaman secara otomatis menggunakan gambar digital. Teknologi ini memiliki banyak aplikasi dalam pertanian, konservasi, dan keberlanjutan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Convolutional Neural Network adalah pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. CNN terbukti berhasil melebihi metode *Machine Learning* lainnya diantaranya SVM pada kasus klasifikasi objek pada citra (Pratiwi et al, 2021).

Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) didesain untuk melakukan olah data dua dimensi, CNN juga termasuk kedalam jenis *Deep Neural Network* dikarenakan kedalaman jaringan yang tinggi serta begitu banyaknya data yang diterapkan pada citra (Maulana et al, 2019). Adapun proses penelitian ini diawali dengan pengumpulan data, identifikasi tiap kelas, arsitektur CNN, training pada *teachable machine*, dan evaluasi.

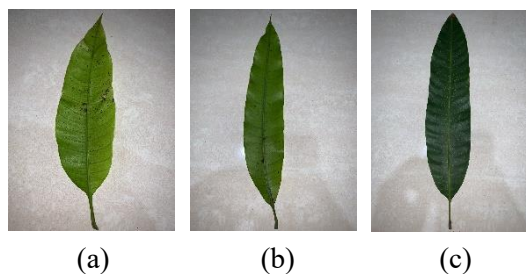


Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1 adalah *flowchart* tahapan dari seluruh tahapan penelitian. Tahapan riset dimulai dengan penghimpunan data yang terdiri dari 3 macam gambar daun pohon mangga yaitu Mangga Arum Manis, daun Mangga Australia, dan daun Mangga Udang. Langkah berikutnya merupakan tahap identifikasi tiap kelas, pada proses ini dilaksanakan pengklasifikasian 3 jenis daun buah mangga dengan penamaannya pada kelas pertama dinamai dengan daun Mangga Arum Manis, pada kelas kedua dinamai dengan daun Mangga Australia, dan pada kelas ketiga dinamai dengan daun Mangga Udang. Selanjutnya adalah membuat arsitektur CNN. Langkah berikutnya adalah proses *training* (pelatihan data), proses pelatihan data dengan menggunakan *teachable machine*. Setelah tahap pelatihan data selesai dan menghasilkan sebuah model maka tahap yang terakhir ialah analisis performa model dengan menerapkan *confusion matrix*.

a. Pengumpulan data

Dalam riset ini di dapatkan informasi citra dengan tiga variasi gambar daun mangga, yaitu daun Mangga Arum Manis, daun Mangga Australia, dan daun Mangga Udang. Gambar diambil menggunakan kamera dari smartphone dengan merk Iphone Xr dengan resolusi 12MP. Dari hasil keseluruhan citranya didapatkan 60 citra.



Gambar 2. Citra Buah Mangga

Gambar 2 menandakan citra 3 tipe mangga yang akan diaplikasikan pada penelitian ini. (a) daun Mangga Arum Manis, (b) daun Mangga Australia, dan (c) daun Mangga Udang. Dari citra daun mangga tersebut akan dilakukan identifikasi tiap kelasnya.

b. Identifikasi Tiap Kelas

Pada tahapan ini dibuat 3 kelas untuk pengidentifikasiannya yang nama tiap kelasnya yaitu daun Mangga Arum Manis, daun Mangga Australia, dan daun Mangga Udang. Kemudian dari total 60 citra yang didapat sebelumnya terbagi menjadi 3 dengan yaitu yang pertama untuk daun Mangga Arum Manis dengan total 20 citra, kedua untuk daun Mangga Australia dengan total 20 citra, dan ketiga untuk daun Mangga Udang dengan total 20 citra, sehingga jika diakumulasikan seluruh data tersebut memiliki total 60 citra. Daun yang dijadikan sebagai data uji dan data latih merupakan daun yang masih muda karena tekstur dan bentuknya lebih dapat terlihat saat pengambilan citra.

c. Arsitektur CNN

Pada dasarnya algoritma CNN adalah arsitektur jaringan syaraf tiruan yang lebih efektif untuk klasifikasi citra. Penggunaan operasi konvolusi menjadikan konsep utama pada CNN, dimana fitur pada citra dilakukan ekstraksi yang nanti membentuk pola agar memudahkan proses klasifikasi. CNN dipilih karena merupakan algoritma deep learning yang sering digunakan dalam klasifikasi citra. CNN terdiri dari lapisan konvolusi, subsampling, dan lapisan terhubung penuh, yang memungkinkan pengenalan pola dan ekstraksi fitur kompleks dari citra (Syefudin, 2023). Teknik ini menjadi lebih efisien dalam membuat fungsi pembelajaran untuk diimplementasikan (Satwikayana, 2021). *Convolutional Neural Network* (CNN) adalah pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra (Harahap et al., 2022).

d. Training Data

Saat melatih model pembelajaran mesin di *Teachable Machine*, *Training Data* adalah kumpulan citra yang diberi label yang digunakan untuk mengajarkan model untuk mengidentifikasi pola dan hubungan dalam data. Sebaliknya, *Epoch* adalah iterasi penuh menggunakan dataset pelatihan. Model melihat dataset pembelajaran secara keseluruhan setiap epoch. Jumlah epoch yang ditentukan menentukan seberapa sering model melihat dataset pembelajaran. Namun, parameter yang mengatur seberapa besar langkah-langkah pembelajaran yang diambil oleh model pada setiap iterasi adalah *learning rate*. Data citra daun mangga ini dilatih dengan *rate learning* 0,001 dan melakukan 50 epoch dengan menggunakan *Teachable Machine* untuk menguji data.

e. Evaluasi

Di tahap ini dari total 60 citra yang telah ada yang telah dibagi menjadi 3 kelas yaitu daun Mangga Arum Manis, daun Mangga Australia, dan daun Mangga Udang. Untuk setiap jenis daun mangganya dibagi lagi menjadi 3 kelas dengan jumlah masing-masing kelasnya berjumlah 20 citra, kemudian dari tiap citra pada kelas yang telah dibuat tersebut diuraikan lagi berjumlah 2 yakni citra untuk sampel pelatihan dan citra untuk sampel pengujian. Klasifikasi untuk pengujiannya akan dibagi menjadi 4 klasifikasi dengan pembagian untuk klasifikasi pertama yaitu citranya akan dibagi menjadi 20% untuk data latih dan 80% untuk data uji, kemudian pada klasifikasi kedua dengan pembagian citranya 30% untuk data pelatihan dan 70% untuk data pengujian, berikutnya pada klasifikasi ketiga melalui pengelompokkan citranya yaitu 40% untuk sampel pelatihan dan 60% untuk sampel pengujian dan untuk klasifikasi keempat melalui pengelompokkan citranya yaitu 50% untuk sampel pelatihan dan 50% untuk sampel pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan yang akan digunakan yaitu untuk mencari nilai akurasi, presisi, dan *recall* dengan rumusnya sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FN+FP} \quad (1)$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

Keterangan :

TP = Akumulasi data benar yang diklasifikasikan menjadi positif

FP = Akumulasi data benar yang diidentifikasi sebagai negatif

FN = Akumulasi data negatif yang dikelompokkan sebagai benar

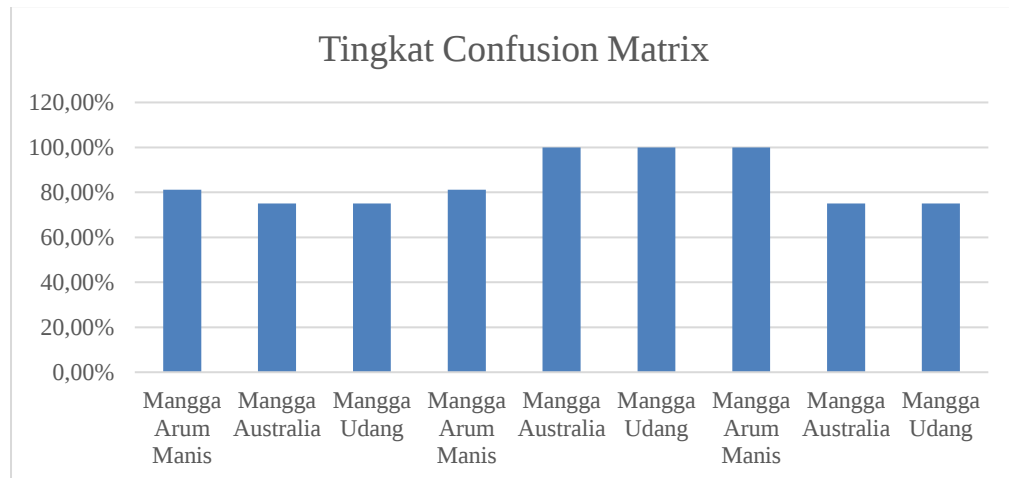
TN = Akumulasi data negatif yang dikategorikan sebagai negatif

a. Klasifikasi Pertama

Klasifikasi 1 20% : 80%									
Semua Data Berpatokan Dari Daun Mangga Arum Manis									
No	Daun Mangga Arum Manis			Daun Mangga Australia			Daun Mangga Udang		
	TP	FP	FN	TN	FP	FN	TN	FP	FN
1	1					1	1		
2	1			1			1		
3	1			1			1		
4		1		1					1
5	1					1	1		
6	1			1					1
7		1				1	1		
8	1			1			1		
9	1			1					1
10	1			1			1		
11		1		1			1		
12	1			1			1		
13	1			1					1
14	1					1	1		
15	1			1			1		
16	1			1			1		
	13	3	0	12	0	4	12	0	4

Gambar 3. Hasil data uji

Pada daun mangga arum manis jika citra data uji yang di uji pada *Teachable Machine* bernilai benar maka akan dimasukkan pada tp dengan nilai 1 kemudian jika citra data ujinya bernilai salah maka akan dimasukkan ke kolom fp dengan nilai 1. Pada daun mangga Australia dikarenakan pengujiannya berpatokkan dari daun mangga arum manis maka jika citra data uji bernilai benar maka akan dimasukkan ke kolom tn dan jika citra data uji bernilai salah akan dimasukkan ke kolom fn. Pada daun mangga udang sama seperti daun mangga Australia maka jika data uji bernilai benar maka akan dimasukkan ke kolom tn dan jika citra data uji bernilai salah akan dimasukkan ke kolom fn.



Gambar 4. Grafik Tingkat Confusion Matrix

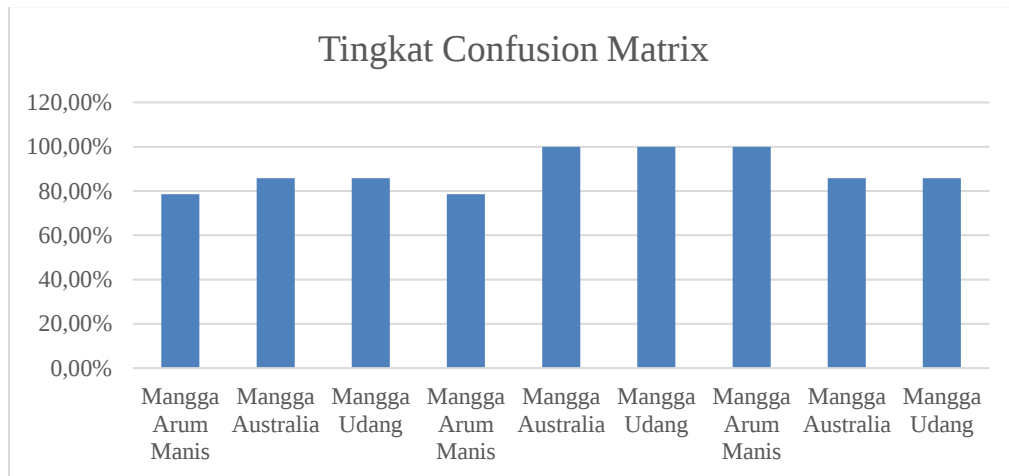
Dalam klasifikasi pertama dari total 20 citra yang dipilih secara acak, 4 citra dipilih untuk melatih model dan sementara 16 citra dipilih untuk menguji model. Akurasi untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 81,25%, untuk daun mangga Australia adalah 75%, dan untuk daun mangga udang adalah 75%. Presisi untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 81,25%, untuk daun mangga Australia adalah 100%, dan untuk daun mangga udang adalah 100%. *Recall* untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 100%, untuk daun mangga Australia adalah 75%, dan untuk daun mangga udang adalah 75%.

b. Klasifikasi Kedua

Klasifikasi 2 30% : 70%									
No	Semua Data Berpatokan Dari Daun Mangga Arum Manis								
	Daun Mangga Arum Manis			Daun Mangga Australia			Daun Mangga Udang		
	TP	FP	FN	TN	FP	FN	TN	FP	FN
1	1			1			1		
2		1		1			1		
3	1			1			1		
4	1			1			1		
5		1				1	1		
6	1			1			1		
7	1			1			1		
8	1			1					1
9	1			1			1		
10		1				1	1		
11	1			1					1
12	1			1			1		
13	1			1			1		
14	1			1			1		
	11	3	0	12	0	2	12	0	2

Gambar 5. Hasil data uji

Dalam klasifikasi citra daun mangga, metrik evaluasi bervariasi sesuai jenis daun. Untuk daun mangga arum manis, citra yang benar diklasifikasikan masuk ke TP, yang salah ke FP. Untuk daun mangga Australia dan udang, yang benar masuk ke TN, yang salah ke FN. Dengan metrik yang sesuai, kinerja klasifikasi setiap jenis daun dapat dipantau dengan tepat.



Gambar 6. Grafik Tingkat Confusion Matrix

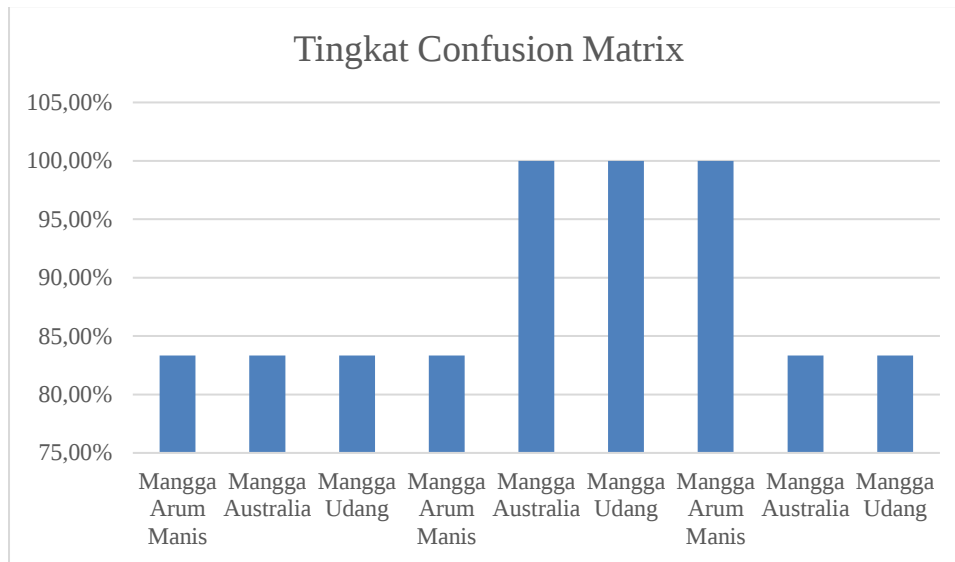
Dalam klasifikasi kedua dari total 20 citra yang dipilih secara acak, model dilatih menggunakan 6 citra dan diuji menggunakan 14 citra lainnya. Akurasi untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 78,75%, untuk daun mangga Australia adalah 85,71%, dan untuk daun mangga udang adalah 85,71%. Presisi untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 78,57%, untuk daun mangga Australia adalah 100%, dan untuk daun mangga udang adalah 100%. *Recall* untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 100%, untuk daun mangga Australia adalah 85,71%, dan untuk daun mangga udang adalah 85,71%.

c. Klasifikasi Ketiga

Klasifikasi 3 40% : 60%									
No	Semua Data Berpatokan Dari Daun Mangga Arum Manis								
	Daun Mangga Arum Manis			Daun Mangga Australia			Daun Mangga Udang		
	TP	FP	FN	TN	FP	FN	TN	FP	FN
1	1			1					1
2		1		1			1		
3	1			1			1		
4	1					1	1		
5	1			1			1		
6	1			1					1
7		1				1	1		
8	1			1			1		
9	1			1			1		
10	1			1			1		
11	1			1			1		
12	1			1			1		
	10	2	0	10	0	2	10	0	2

Gambar 7. Hasil data uji

Dalam mengklasifikasikan citra daun mangga, metrik evaluasinya berbeda tergantung pada jenis daun yang diklasifikasikan. Misalnya, untuk daun mangga arum manis, citra yang diklasifikasikan dengan benar akan masuk ke dalam kategori TP, sedangkan yang salah masuk ke dalam kategori FP. Sementara itu, untuk daun mangga australia dan udang, yang diklasifikasikan dengan benar akan masuk ke dalam kategori TN, dan yang salah masuk ke dalam kategori FN. Dengan menggunakan metrik yang sesuai, kita dapat memantau kinerja klasifikasi untuk setiap jenis daun secara efektif.



Gambar 8. Grafik Tingkat Confusion Matrix

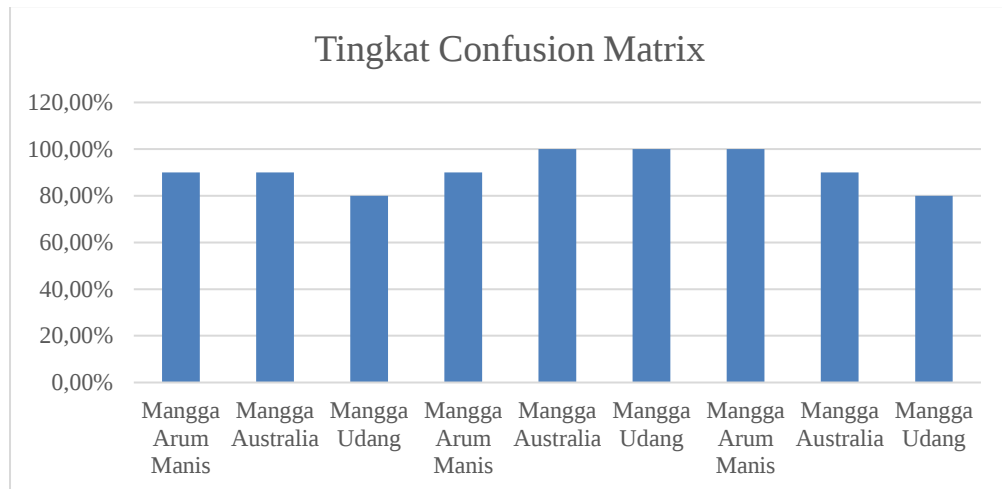
Dalam klasifikasi ketiga dari total 20 citra yang dipilih secara acak, terdapat 8 citra dalam data latih dan 12 citra dalam data uji. Hasil akurasi untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 83,33%, untuk daun mangga Australia adalah 83,33%, dan untuk daun mangga udang adalah 83,33%. *Precision* untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 83,33%, untuk daun mangga Australia adalah 100%, dan untuk daun mangga udang adalah 100%. *Recall* untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 100%, untuk daun mangga Australia adalah 83,33%, dan untuk daun mangga udang adalah 83,33%.

d. Klasifikasi Keempat

Klasifikasi 4 50% : 50%									
Semua Data Berpatokan Dari Daun Mangga Arum Manis									
No	Daun Mangga Arum Manis			Daun Mangga Australia			Daun Mangga Udang		
	TP	FP	FN	TN	FP	FN	TN	FP	FN
1	1			1			1		
2	1			1			1		
3		1		1			1		
4	1			1			1		
5	1					1			1
6	1			1			1		
7	1			1					1
8	1			1			1		
9	1			1			1		
10	1			1			1		
	9	1	0	9	0	1	8	0	2

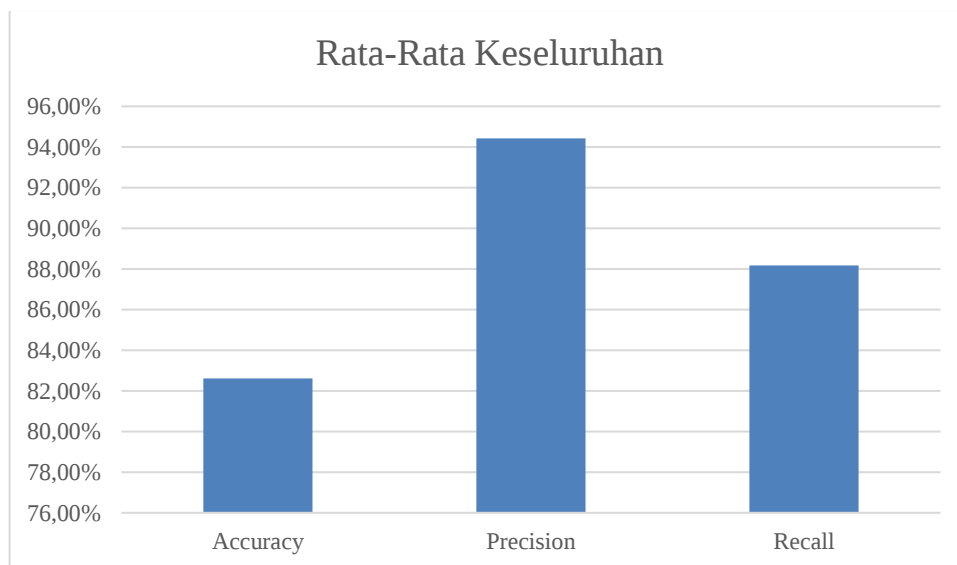
Gambar 9. Hasil data uji

Dalam proses klasifikasi citra daun mangga, metrik evaluasi berbeda tergantung pada jenis daun yang dianalisis. Untuk daun mangga arum manis, citra yang berhasil diklasifikasikan akan dikategorikan sebagai *True Positive* (TP), sementara yang salah diklasifikasikan akan diidentifikasi sebagai *False Positive* (FP). Sementara itu, untuk klasifikasi daun mangga australia dan udang, citra yang teridentifikasi dengan tepat akan dianggap sebagai *True Negative* (TN), sedangkan yang salah dikelompokkan akan ditandai sebagai *False Negative* (FN). Dengan menggunakan metrik yang sesuai, kita dapat memantau kinerja klasifikasi untuk setiap jenis daun secara efisien.



Gambar 10. Grafik Tingkat Confusion Matrix

Dalam klasifikasi menggunakan total 20 citra yang dipilih secara acak, data pelatihan mencakup 10 gambar dan data pengujian mencakup 10 gambar. Hasil akurasi untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 90%, untuk daun mangga Australia adalah 90%, dan untuk daun mangga udang adalah 80%. *Precision* untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 90%, untuk daun mangga Australia adalah 100%, dan untuk daun mangga udang adalah 100%. *Recall* untuk klasifikasi daun mangga arum manis adalah 100%, untuk daun mangga Australia adalah 90%, dan untuk daun mangga udang adalah 80%.



Gambar 11. Rata-rata Keseluruhan Grafik Tingkat Confusion Matrix

Dari gambar 11, dapat dilihat bahwa Tingkat akurasi dari pengujian 4 klasifikasi tersebut ternyata memiliki Tingkat yang sangat besar. Bukan hanya itu presisi dan *recall* memiliki Tingkat yang sangat besar juga. Hal tersebut dengan metode CNN sangat tepat dan baik untuk Identifikasi jenis manga berdasarkan daun mangga.

KESIMPULAN

Penggunaan *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam klasifikasi citra daun mangga memiliki hasil yang menjanjikan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan melalui pemanfaatan berbagai pembagian data pelatihan dan data pengujian, diketahui bahwa CNN mampu mengklasifikasikan citra dengan tingkat akurasi yang cukup baik untuk berbagai jenis daun

mangga, termasuk daun mangga arum manis, australia, dan udang. Meskipun terdapat variasi dalam hasil akurasi, presisi, dan *recall* antara klasifikasi yang berbeda, namun secara keseluruhan CNN memberikan hasil yang konsisten dalam mengenali dan membedakan jenis daun mangga.

Dari tiap-tiap klasifikasi didapatkan kesimpulan bahwa rata-rata *confusion matrix* menunjukkan *accuracy* dengan metode CNN sebesar 82,60%, kemudian untuk rata-rata *precision* mendapat nilai 94,43%, dan untuk rata-rata *recall*-nya mendapat hasil 88,17%. Dengan metode CNN ini terbukti mampu mengidentifikasi jenis mangga berdasarkan daun mangga dengan sangat baik.

SARAN

Berdasarkan temuan dari penelitian ini, direkomendasikan untuk melanjutkan studi lebih lanjut guna memperdalam pemahaman dan memperluas cakupan analisis yang telah dilakukan dengan cara mengeksplorasi penggunaan teknik augmentasi data untuk meningkatkan performa CNN, serta menguji CNN pada dataset yang lebih besar dan beragam. Selain itu, penelitian lanjutan juga dapat mempertimbangkan integrasi dengan teknologi lain seperti penggunaan sensor atau teknologi pemrosesan citra lainnya untuk meningkatkan kemampuan identifikasi tanaman secara *real-time*.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, Q. N. (2023). Klasifikasi Penyakit Daun Jagung Menggunakan Metode Convolutional Neural Network AlexNet. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(1), 28–33.
- Charli, F., Syaputra, H., Akbar, M., Sauda, S., & Panjaitan, F. (2020). Implementasi Metode Faster Region Convolutional Neural Network (Faster R-CNN) Untuk Pengenalan Jenis Burung Lovebird. *Journal of Information Technology Ampera*, 1(3), 185–197.
- Deni Hidayat. (2022). Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Bentuk Dan Tekstur Daun Menggunakan Metode Convolutio Nalneural Network (CNN). *INTECOMS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 5(1), 98-103.
- Harahap, M., Em Manuel Laia, Lilis Suryani Sitanggang, Melda Sinaga, Daniel Franci Sihombing, & Amir Mahmud Husein. (2022). Deteksi Penyakit Covid-19 Pada Citra X-Ray Dengan Pendekatan Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 6(1), 70–77.
- Maulana, F. F., & Rochmawati, N. (2020). Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network. *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, 1(02), 104–108.
- Nihayatul Husna, I., Ulum, M., Kurniawan Saputro, A., Haryanto, Tri Laksono, D., & Neipa Purnamasari, D. (2022). Rancang Bangun Sistem Deteksi Dan Perhitungan Jumlah Orang Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Seminar Nasional Fortei Regional 7*, 5(1), 1–6.
- Pratiwi, H. A., Cahyanti, M., & Lamsani, M. (2021). Implementasi Deep Learning Flower Scanner Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Sebatik*, 25(1), 124–130.
- Satwikayana, S., Adi Wibowo, S., & Vendyansyah, N. (2021). Sistem Presensi Mahasiswa Otomatis Pada Zoom Meeting Menggunakan Face Recognition Dengan Metode Convulitional Neural Network Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2), 785–793.
- Sembiring, M. B., Rahmi, D., Maulina, M., Tari, V., Rahmayanti, R., & Suwardi, A. B. (2020). Identifikasi Karakter Morfologi dan Sensoris Kultivar Mangga (*Mangifera Indica* L.) di Kecamatan Langsa Lama, Aceh, Indonesia. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2), 179–184.
- Syefudin, Azmi, M. N., Gunawan (2023). Analisis Pengaruh Dimensi Gambar Pada Klasifikasi Motif Batik Dengan Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Sistem Informasi dan Informatika (Simika)*, 6(2), 190–198.
- Yati, R., Rohana, T., & Pratama, A. R. (2023). Klasifikasi Jenis Mangga Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(3), 1265–1275.