

Klasifikasi Jenis Buah dengan Menggunakan Metode MobileNetv2 dan Inceptionv3

Benny Karnadi¹, Teny Handhayani²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi

^{1,2}Universitas Tarumanagara

^{1,2}Jakarta, Indonesia

e-mail: ¹bennykarnadi48@gmail.com, ²tenyh@fti.untar.ac.id

Diajukan: 26 Desember 2023; Direvisi: 8 Februari 2024; Diterima: 9 Februari 2024

Abstrak

Buah merupakan salah satu komoditas pangan yang penting bagi masyarakat. Buah memiliki banyak jenis yang tidak semua orang dapat mengenalinya dengan baik. Paper ini bertujuan untuk menguji metode Convolutional Neural Network (CNN) yaitu MobileNetv2 dan Inceptionv3 untuk mengenali jenis buah. Paper ini menggunakan dataset citra buah sebanyak 288 dari 9 kelas yaitu apel, pisang, ceri, sawo, anggur, kiwi, mangga, jeruk, dan strawberry. Eksperimen dijalankan menggunakan data latih sebanyak 80% dan data uji 20%. Performa algoritma diuji menggunakan nilai precision, recall, akurasi, f1-score, dan confusion matriks. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode MobileNetV2 memperoleh nilai precision, recall, akurasi, dan f1-score masing – masing sebesar 98%, 97%, 97%, dan 97%. Metode Inceptionv3 memperoleh nilai precision, recall, akurasi, dan f1-score masing – masing sebesar 94%, 94%, 94%, dan 94%. Berdasarkan metric evaluasi, kinerja metode MobileNetV2 mengungguli Inceptionv3.

Kata kunci: Buah, Pembelajaran Mesin, MobileNetv2, Interceptionv3.

Abstract

Fruit is an important food commodity for society. There are many types of fruit that not everyone can recognize well. This paper aims to test the Convolutional Neural Network (CNN) method, namely MobileNetv2 and Inceptionv3, to recognize fruit types. This paper uses a dataset of 288 fruit images from 9 classes, namely apples, bananas, cherries, sapodilla grapes, kiwi, mango, oranges and strawberries. Experiments were run using 80% training data and 20% test data. The algorithm performance was tested using precision, recall, accuracy, f1-score and confusion matrix values. Experimental results show that the MobileNetV2 method obtains precision, recall, accuracy and f1-score of 98%, 97%, 97% and 97% respectively. The Inceptionv3 method obtained precision, recall, accuracy, and f1-score of 94%, 94%, 94% and 94% respectively. Based on evaluation metrics, the performance of the MobileNetV2 method outperforms Inceptionv3.

Keywords: Fruit, Machine Learning, MobileNetv2, Inceptionv3.

1. Pendahuluan

Buah merupakan salah satu komoditas penting dalam masyarakat. Buah memiliki banyak jenis dan beberapa jenis buah dibudidayakan pada wilayah tertentu sehingga tidak semua orang dapat mengenali dengan mudah jenis buah-buahan. Dengan berkembang pesatnya teknologi pada era modernisasi saat ini, diharapkan solusi dapat ditemukan dengan lebih mudah seperti memanfaatkan kecerdasan buatan atau pembelajaran mesin untuk membantu masyarakat dalam mengenali jenis buah. Teknik pembelajaran mesin diperkenalkan guna membantu menyelesaikan permasalahan yang kadang tidak terpikirkan oleh manusia pada waktu tertentu, pendeteksian objek, dan banyak manfaat lainnya. Dengan sistem ini diharapkan dapat sebagai media edukasi pada masyarakat dalam mempelajari jenis buah-buahan. Klasifikasi merupakan suatu proses pencarian sekumpulan model yang menggambarkan dan membedakan kelas data dengan tujuan model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi kelas dari suatu objek lain yang kelasnya belum diketahui [1].

InceptionV3 dan MobileNetV2 merupakan arsitektur dari algoritma Convolutional Neural Network (CNN). Keunggulan algoritma CNN untuk klasifikasi data citra yaitu mampu melakukan klasifikasi citra dalam bentuk mentahnya. Hal ini berbeda dengan algoritma machine learning konvensional

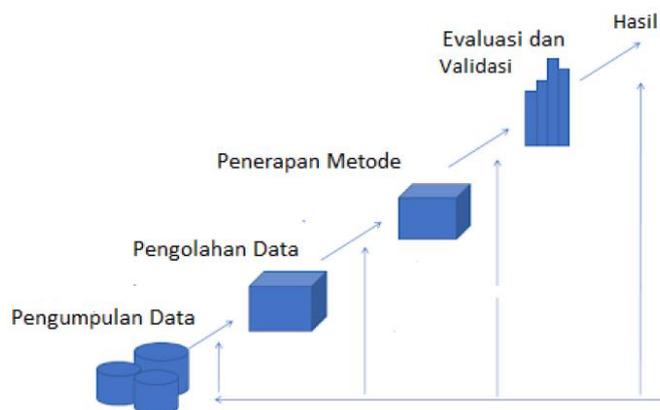
seperti Support Vector Machine, k-Nearest Neighbor, dan Decision Tree yang memerlukan tambahan tahap ekstraksi fitur dari data citra. InceptionV3 digunakan untuk melakukan klasifikasi jerawat menggunakan data citra dan memperoleh akurasi sebesar 83% [2]. Klasifikasi daun Grapevine menggunakan model InceptionV3 memperoleh akurasi sebesar 99.5% [3]. Klasifikasi jenis jamur menggunakan InceptionV3 menghasilkan akurasi sebesar 98.9% [4]. InceptionV3 digunakan untuk mengenali kematangan buah kopi kuning dan diperoleh akurasi sebesar 92% [5].

MobileNetV2 dikembangkan untuk model klasifikasi berbasis mobile. Implementasi metode MobileNetV2 untuk klasifikasi citra rumah adat Indonesia memperoleh nilai akurasi sebesar 89.3% [6]. MobileNetV2 memperoleh akurasi sebesar 87.18% untuk klasifikasi jenis sampah [7]. Klasifikasi jenis rempah menggunakan MobileNetV2 diperoleh akurasi sebesar 92.6% [8]. Klasifikasi hama padi [9].

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk menguji algoritma Convolutional Neural Network arsitektur InceptionV3 dan MobileNetV2 untuk melakukan klasifikasi jenis buah. Model tersebut dapat dimanfaatkan untuk membangun aplikasi yang berguna untuk edukasi bagi Masyarakat yang masih belum mengetahui jenis buah. Paper ini menggunakan citra buah yang dikelompokkan berdasarkan kelasnya dan dipelajari oleh mesin untuk nantinya diklasifikasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode evaluasi *confusion matrix* sebagai media uji validasi tingkat akurasi pembelajaran yang telah dilakukan dan menggunakan metrik evaluasi berupa akurasi, presisi, recall dan F1-score sebagai media menampilkan skor tingkat pembelajaran yang dilakukan oleh mesin.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dalam penelitian ini dengan tujuan sebagai solusi dari permasalahan yang terjadi maupun akan datang menggunakan teknik Data Mining dengan algoritma Neural Network seperti Gambar 1:



Gambar 1. Alur Diagram Penelitian.

Dalam pengumpulan data yang digunakan peneliti pada penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari sumber terpercaya yaitu Kaggle. Data yang dikumpulkan sebanyak 360 data citra dengan pembagian sekitar 40 data citra dalam setiap kelas dengan jumlah 9 kelas. Dimana kelas berisi label untuk buah apel, pisang, ceri, chickoo, anggur, kiwi, mangga, jeruk dan stroberi. Pada pengolahan data dalam penelitian ini, peneliti membagi data dengan jumlah distribusi 80% data sebagai pelatihan dan 20% data sebagai pengujian.

Metode pengolahan data yang diterapkan peneliti selama penelitian dapat dilihat pada diagram Gambar 1 dan penjelasan diatas. Sedangkan metode pembelajaran mesin yang digunakan peneliti dalam penelitian ini terdapat 2 metode yaitu MobileNetv2 dan Inceptionv3. MobileNetv2 merupakan salah satu model arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan akan computing resource berlebih dengan 2 set hyper-parameters untuk membangun model yang sangat kecil dan latensi rendah yang akan dengan mudah diimplementasikan sesuai kebutuhan mobile dan embedded applications [6]. MobileNetV2 berhasil digunakan untuk klasifikasi citra rumah adat Indonesia.

Inceptionv3 merupakan arsitektur deep convolutional network hasil dari pengembangan model GoogleNet atau Inception-v1. Metode ini sudah terjadi dua kali perubahan nama dan perkembangan pada arsitektur ini yaitu penambahan batch normalization (BN) dan menambahkan faktorisasi tambahan pada tahap konvolusi untuk mengurangi jumlah koneksi atau parameter yang ada tanpa mengurangi atau mempengaruhi jaringan yang digunakan dan diberi nama baru yaitu Inception-V3 [10].

Pada penelitian ini digunakan metode evaluasi dan validasi berupa *Confusion Matrix*. Yang merupakan salah satu cara untuk mengukur performa dari model machine learning yang dibuat. *Confusion Matrix* mengandung informasi mengenai nilai aktual dan klasifikasi dari hasil model pembelajaran mesin yang dibuat yang tersaji dengan bentuk tabular [11]. Nilai aktual positif negatif serta nilai prediksi dari *confusion matrix* tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. *Confusion Matrix*

Nilai Aktual	Nilai Prediksi	
Positif	Benar Positif	Salah Positif
Negatif	Salah Negatif	Benar Negatif

Satuan ukur kinerja menggunakan confusion matrix terdapat empat istilah sebagai gambaran hasil klasifikasi. Diantaranya:

1. False Positive (FP), yaitu data negatif namun terprediksi sebagai data positif.
2. False Negative (FN), yaitu data positif yang terprediksi sebagai data negatif.
3. True Positive (TP), yaitu data positif yang terprediksi benar.
4. True Negative (TN), yaitu data negatif yang terprediksi dengan benar.

Terdapat beberapa perhitungan yang menjadi metrik dalam *confusion matrix* diantaranya :

1. Akurasi merupakan gambaran tingkat akurat sistem yang telah dibuat dalam melakukan klasifikasi dengan benar. Nilai akurasi dicari dengan cara berikut [6]:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \tag{1}$$

2. Presisi dan recall

Merupakan metrik yang digunakan khusus dalam tugas klasifikasi biner. Presisi mengukur berapa persentase dari prediksi positif model yang benar-benar positif, sedangkan recall mengukur berapa persentase dari data positif yang berhasil diprediksi dengan benar oleh model. Keduanya bekerja bersamaan untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kinerja model, terutama dalam tugas dengan ketidakseimbangan kelas. Adapun rumus perhitungan dari presisi serta recall :

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \tag{2}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \tag{3}$$

3. F1-Score

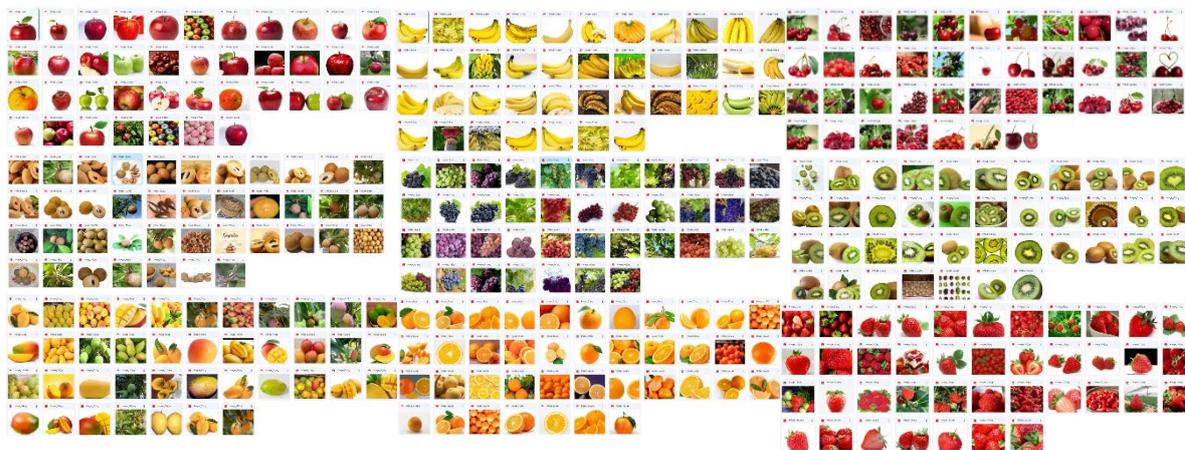
F1-score adalah metrik yang mengkombinasikan presisi dan recall menjadi satu angka tunggal. Ini berguna ketika Anda ingin memiliki keseimbangan antara presisi dan recall. F1-score adalah harmonic mean dari presisi dan recall, yang menghindari perbedaan besar antara keduanya. Perhitungan F1-score adalah sebagai berikut :

$$F1 - score = \frac{2 \times Presisi \times Recall}{Presisi + Recall} \tag{4}$$

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum dilakukan eksperimen dengan metode oleh peneliti, dataset dibagi menjadi dua jenis yaitu sebagai data latih sebanyak 80% serta 20% sebagai data uji, kemudian data diolah menggunakan dua metode sebagai pembandingan metode yang memberikan tingkat klasifikasi dengan akurasi terbaik diantaranya metode *MobileNetv2* dan *Inceptionv3*. Dengan jumlah total data sebanyak 360 data dimana 288 digunakan sebagai data latih dan 71 digunakan sebagai data uji.

Pada subbab hasil dan pembahasan ini pertama dilakukan dengan tahapan pengumpulan data, kemudian nanti dilanjutkan pada pengolahan data dengan teknik data mining klasifikasi dengan metode *MobileNetv2* dan *Inceptionv3* untuk mendapatkan model untuk pengklasifikasian objek metrik pengukuran memfokuskan pada nilai akurasi, presisi dan recall dan tingkat kesalahan atau benar dalam klasifikasi dengan Confusion Matrix. Data berupa citra buah dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini dengan setiap kelas berisi 40 data citra dan terdapat 9 kelas.



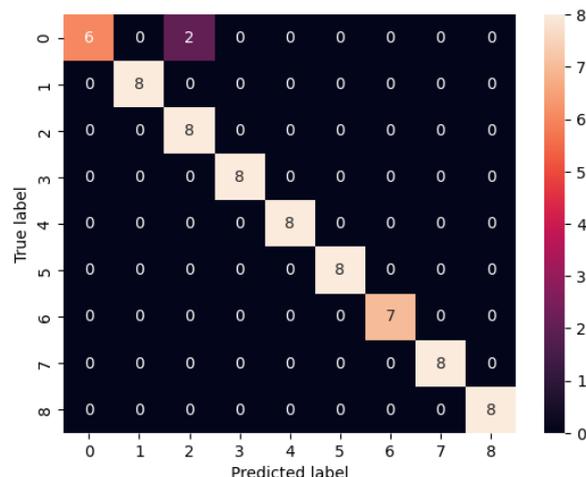
Gambar 2. Dataset Penelitian

Pada gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa posisi data citra diambil dari berbagai sisi dan bentuk sehingga dengan memperkaya data maka tingkat klasifikasi akan semakin akurat dan baik terhadap objek klasifikasi. Sebelum data diolah oleh metode pembelajaran, data akan disiapkan terlebih dahulu dengan membagi menjadi data untuk pelatihan serta data untuk pengujian hasil dari pelatihan pada eksperimen ini data yang digunakan sebagai pelatihan sebanyak 80% dan sisanya digunakan sebagai data uji. Pada subbab ini dilakukan eksperimen dengan menggunakan dua metode untuk melakukan klasifikasi jenis buah. Algoritma yang digunakan yaitu *MobileNetV2* dan *InceptionV3*.

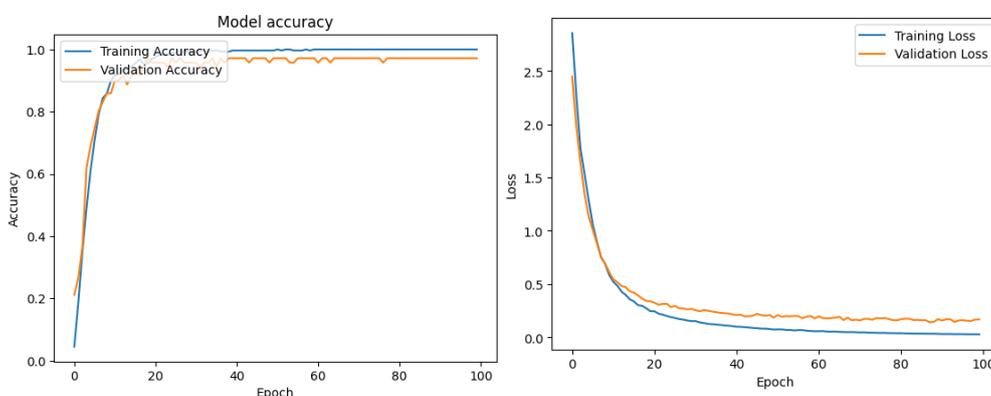
Metode pertama akan dilakukan pembelajaran menggunakan metode *MobileNetv2*. Dimana data akan dipelajari dengan menggunakan epoch 100 serta batch size 64, menggunakan pooling berupa *Global Average Pooling* serta optimizer *Adam* dan aktivasi *softmax*. Dapat dilihat pada hasil pelatihan dibawah ini memberikan hasil yang cukup baik dengan skor akurasi 1.000 dan skor loss yang cukup kecil juga pada 0.0277.

Metode kedua akan dilakukan pembelajaran menggunakan metode *Inceptionv3*. Dimana data akan dipelajari dengan menggunakan epoch 100 serta batch size 64 juga, menggunakan pooling berupa *Flatten* serta optimizer *Adam* dan aktivasi *softmax*. Dapat dilihat pada hasil pelatihan dibawah ini memberikan hasil yang cukup baik dengan skor akurasi 1.000, namun skor loss yang pada metode *Inceptionv3* terlihat kurang baik pada skor yang cukup besar yaitu juga pada 5.2859. Dapat dilihat pada hasil pelatihan epoch ke 100 Gambar 8 dibawah ini. Metode evaluasi yang digunakan pada pengujian untuk mengetahui sebaik mana tingkat pembelajaran model bekerja, dilakukan menggunakan *confusion matrix*

Dapat dilihat pada gambar 3, hasil pengujian yang ditunjukkan menggunakan *confusion matrix* menunjukkan tingkat kesalahan mesin dalam memprediksi kelas hampir tidak ada atau sangat kecil kesalahan nya hanya terdapat 1 kelas yang salah diprediksi yaitu pada kelas buah apel namun terprediksi ceri oleh mesin, hal ini dapat dikatakan suatu toleransi kewajaran.



Gambar 3. Confusion Matrix Metode MobileNetv2

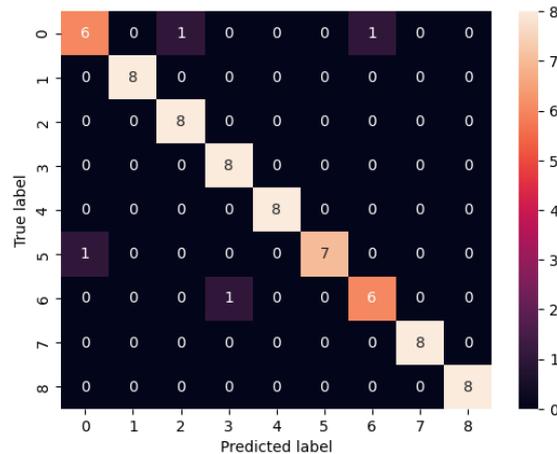


Gambar 4. Grafik Akurasi dan Loss Metode MobileNetv2

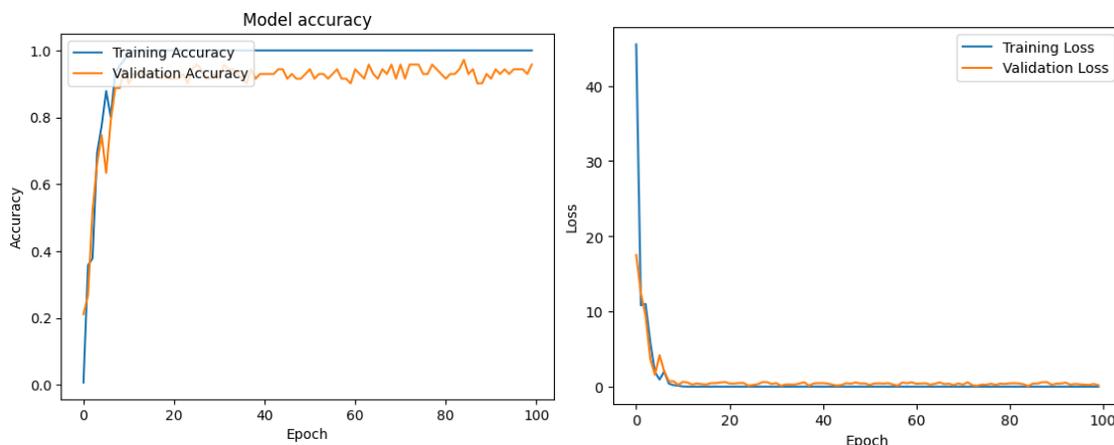
	precision	recall	f1-score	support
0	1.00	0.75	0.86	8
1	1.00	1.00	1.00	8
2	0.80	1.00	0.89	8
3	1.00	1.00	1.00	8
4	1.00	1.00	1.00	8
5	1.00	1.00	1.00	8
6	1.00	1.00	1.00	7
7	1.00	1.00	1.00	8
8	1.00	1.00	1.00	8
accuracy			0.97	71
macro avg	0.98	0.97	0.97	71
weighted avg	0.98	0.97	0.97	71

Gambar 5. Skor Metrik Evaluasi dengan Metode MobileNetv2

Pada gambar 4 terlihat bahwa grafik akurasi untuk pelatihan dan pengujian model dengan metode MobileNetv2 memberikan grafik yang cukup baik dengan cenderung mengalami peningkatan seiring waktu hingga hampir menyentuh nilai 100% dan cenderung memberikan penurunan pada tingkat loss atau kesalahannya dan hampir menyentuh nilai 0, dan pelatihan serta pengujian bergerak secara bersamaan dengan cenderung stabil. Skor evaluasi yang digunakan pada eksperimen ini yaitu presisi, akurasi, dan recall. Pada gambar 5 ditunjukkan bahwa metode MobileNetv2 memberikan skor yang cukup baik yaitu pada akurasi 97% , presisi pada kisaran rata-rata 97,7%, recall pada kisaran rata-rata 97,2% dan f1-score pada kisaran rata-rata 97,2%. Hasil yang sangat baik diberikan oleh metode MobileNetv2.



Gambar 6. Confusion Matrix Metode Inceptionv3



Gambar 7. Grafik Akurasi dan Loss Metode Inceptionv3

Melihat hasil skor diatas terlihat sangat baik dan akan dilakukan pengujian secara langsung oleh peneliti untuk melihat klasifikasi apakah sesuai dengan kelas atau terjadi overfitting. Dan Hasilnya memang sesuai dengan kelas sebenarnya sehingga kasus overfitting tidak terjadi pada eksperimen ini. Dapat dilihat hasil klasifikasi kelas pada gambar 12 diatas buah sebenarnya sesuai dengan buah prediksi oleh mesin. Dapat dilihat pada gambar 6 bahwa hasil pengujian yang ditunjukkan menggunakan confusion matrix menunjukkan tingkat kesalahan mesin dalam memprediksi kelas terlihat empat kali melakukan kesalahan dalam prediksi yaitu pada kelas buah apel, anggur, dan kiwi, Namun kesalahan terjadi cukup sedikit sehingga dapat ditolerir kesalahannya. Pada gambar 7 terlihat bahwa grafik akurasi untuk pelatihan dan pengujian model dengan metode Inceptionv3 memberikan grafik yang cukup baik juga dengan cenderung mengalami peningkatan seiring waktu dan akurasi pelatihan bergerak sangat stabil hingga membentuk garis lurus pada skor akurasi 1.0 dan cenderung memberikan penurunan pada tingkat loss atau kesalahannya dan mendekati nilai 0, dan pelatihan serta pengujian bergerak secara bersamaan dengan cenderung stabil.

Skor evaluasi yang digunakan pada eksperimen ini menggunakan presisi, akurasi, dan recall. Pada gambar 8 ditunjukkan bahwa metode Inceptionv3 memberikan skor yang cukup baik yaitu pada akurasi 94% , presisi pada kisaran rata-rata 94,4%, recall pada kisaran rata-rata 94,3% dan f1-score pada kisaran rata-rata 94,1%. Hasil yang sangat baik diberikan oleh metode Inceptionv3.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.86	0.75	0.80	8
1	1.00	1.00	1.00	8
2	0.89	1.00	0.94	8
3	0.89	1.00	0.94	8
4	1.00	1.00	1.00	8
5	1.00	0.88	0.93	8
6	0.86	0.86	0.86	7
7	1.00	1.00	1.00	8
8	1.00	1.00	1.00	8
accuracy			0.94	71
macro avg	0.94	0.94	0.94	71
weighted avg	0.94	0.94	0.94	71

Gambar 8. Skor Metrik Evaluasi dengan Metode Inceptionv3

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode MobileNetv2 dan Inceptionv3 terhadap dataset jenis buah yang didapat dari sumber Kaggle. Metode MobileNetv2 memberikan hasil nilai akurasi sebesar 97%, presisi pada kisaran rata-rata 97,7%, recall pada kisaran rata-rata 97,2% dan f1-score pada kisaran rata-rata 97,2% sehingga dapat dikatakan bahwa hasil klasifikasi berkerja dengan sangat baik, sehingga buah dapat terprediksi dengan tepat sesuai dengan jenis sebenarnya. Sedangkan pada metode Inceptionv3, memberikan hasil nilai akurasi sebesar 94% , presisi pada kisaran rata-rata 94,4%, recall pada kisaran rata-rata 94,3% dan f1-score pada kisaran rata-rata 94,1%. Dapat disimpulkan bahwa metode terbaik diperoleh oleh metode MobileNetv2 dengan tingkat kesalahan yang sangat minim atau hampir tidak terjadi kesalahan dan skor evaluasi lebih besar walaupun memang tidak terpaut cukup signifikan. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai tolak ukur diagnosis sehingga dapat digunakan untuk keperluan secara nyata kedepannya. Saran yang dapat peneliti berikan dalam penelitian ini berada pada jumlah dataset dan jumlah kelas yang dapat diperbanyak untuk hasil klasifikasi yang lebih optimal kedepannya.

Daftar Pustaka

- [1] A. Roihan, P. A. Sunarya, and A. S. Rafika, "Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper," *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, vol. 5, no. 1, May 2020, doi: 10.31294/ijcit.v5i1.7951.
- [2] S. A. Amania, S. Mulyono, and S. F. C. Haviana, "Klasifikasi Jenis Jerawat Wajah Menggunakan Arsitektur InceptionV3," *Jurnal Ilmiah Suttan Agung*, vol. 2, no. 2, pp. 738–752, 2023.
- [3] N. Huda, A. Mahiruna, W. Sulistijanti, and R. C. N. Santi, "ANALISIS PERFORMA INCEPTIONV3 CONVOLUTIONAL NETWORK PADA KLASIFIKASI VARIETAS DAUN GRAPEVINE," *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 47–53, Jun. 2023, doi: 10.33084/jsakti.v5i2.5022.
- [4] O. H. Yulianto and S. Wibisono, "Klasifikasi Jenis Jamur Menggunakan Metode Neural Network Dengan Fitur InceptionV3," *Jurnal Elektronika dan Komputer*, vol. 16, no. 2, pp. 262–269, 2023.
- [5] U. UNGKAWA and G. AL HAKIM, "Klasifikasi Warna pada Kematangan Buah Kopi Kuning menggunakan Metode CNN Inception V3," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 11, no. 3, p. 731, Jul. 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i3.731.
- [6] T. Handhayani, A. H. Pawening, and J. Hendryli, "An Automatic Recognition System for Digital Collections of Indonesian Traditional Houses Using Convolutional Neural Networks for Cultural Heritage Preservation," *Int J Comput Intell Appl*, vol. 22, no. 02, Jun. 2023, doi: 10.1142/S1469026823500037.
- [7] T. Handhayani and J. Hendryli, "Leboh: An Android Mobile Application for Waste Classification Using TensorFlow Lite," in *Intelligent Systems and Applications*, Amsterdam: Springer, 2023, pp. 53–67. doi: 10.1007/978-3-031-16075-2_4.
- [8] A. E. Putra, M. F. Naufal, and V. R. Prasetyo, "Klasifikasi Jenis Rempah Menggunakan Convolutional Neural Network dan Transfer Learning," *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, vol. 9, no. 1, p. 12, Apr. 2023, doi: 10.26418/jp.v9i1.58186.
- [9] O. V. Putra, M. Z. Mustaqim, and D. Muriatmoko, "Transfer Learning untuk Klasifikasi Penyakit dan Hama Padi Menggunakan MobileNetV2," *Techno.Com*, vol. 22, no. 3, pp. 562–575, Aug. 2023, doi: 10.33633/tc.v22i3.8516.

-
- [10] C. Szegedy, V. Vanhoucke, S. Ioffe, J. Shlens, and Z. Wojna, “Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision,” in *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, IEEE, Jun. 2016, pp. 2818–2826. doi: 10.1109/CVPR.2016.308.
- [11] T. Handhayani, A. H. Pawening, and J. Hendryli, “Leboh 2: An Android Application for Solid Waste Detection ,” *IAENG Int J Comput Sci*, vol. 50, no. 4, pp. 1–9, Dec. 2023.