

Klasifikasi Penyakit Antraknosa Pepaya California Menggunakan *Convolutional Neural Network*

Siti Nurazila, Donny Avianto[#]

Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Siliwangi (Ring Road Utara), Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55285, Indonesia
[#]donny@uty.ac.id

Abstrak

Pepaya memiliki berbagai varian, salah satunya adalah pepaya California yang memiliki nilai jual tinggi di pasaran. Namun, petani sering kali mengalami gagal panen dikarenakan munculnya penyakit pada pepaya California. Salah satu penyakit yang menyerang pepaya adalah penyakit antraknosa. Kurangnya pengetahuan petani, apalagi petani baru sangat berpengaruh dengan kurangnya tindakan pencegahan penyakit antraknosa. Oleh karena itu, dibuatlah penelitian klasifikasi penyakit antraknosa pada pepaya California menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN). Data penelitian yang digunakan berjumlah 300 data citra dengan pembagian 150 data pepaya sehat dan 150 data pepaya antraknosa. Dalam proses pembangunan model CNN dataset akan dibagi menjadi dua bagian dengan perbandingan 80:20 antara data *training* dan data *validation*. Penelitian ini bertujuan untuk memberi informasi kepada petani baru tentang pengklasifikasian penyakit antraknosa pada pepaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model terbaik dihasilkan menggunakan parameter *optimizer* Adam, *epoch* 20, dan *loss binary cross-entropy*. Model tersebut menghasilkan akurasi *training* 99,17% dan *testing* 99,58% dengan *loss training* 0,0239 dan *loss validation* 0,0177. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma CNN optimal dalam melakukan klasifikasi citra pepaya.

Kata kunci: *artificial intelligence, Convolutional Neural Network, pepaya, penyakit antraknosa*

Abstract

California papaya has a high selling value in the market. However, farmers often experience crop failure due to the emergence of diseases in California papaya. One of the diseases that attack papaya is anthracnose disease. The lack of knowledge of farmers, especially new farmers, is very influential in the lack of preventive measures for anthracnose disease. Therefore, a classification study of anthracnose disease on California papaya using Convolutional Neural Network (CNN) was made. The research data used amounted to 300 image data with a division of 150 healthy papaya data and 150 anthracnose papaya data. In the process of building the CNN model, the dataset will be divided into two parts with a ratio of 80:20 between training data and validation data. This research aims to provide information to new farmers about the classification of anthracnose disease in papaya. The test results indicate that the model with the highest performance was identified using Adam optimizer parameters, epoch 20, and loss binary cross-entropy. The model achieved a training accuracy of 99.17% and testing accuracy of 99.58%, with a training loss of 0.0239 and a validation loss of 0.0177. These findings demonstrate that the CNN algorithm is optimal for classifying papaya images.

Keywords: *artificial intelligence, Convolutional Neural Network, papaya, anthracnose disease*

I. PENDAHULUAN

Pepaya (*Carica Papaya* L) awalnya diyakini tumbuh di Meksiko selatan dan Nikaragua. Seiring berjalannya waktu, pepaya mulai ditanam di negara-negara dengan iklim tropis salah satunya Indonesia. Pepaya kini dapat dengan mudah

ditemukan di banyak wilayah Indonesia untuk dikonsumsi baik dalam bentuk buah maupun daun. Pepaya merupakan buah yang memiliki berbagai manfaat, seperti menurunkan kadar kolesterol, mengurangi risiko terkena penyakit jantung dan kanker, membantu sistem pencernaan, melindungi kesehatan hati, serta indeks glikemik yang rendah membuat pepaya cocok dikonsumsi penderita

diabetes[1]. Oleh karena itu, pepaya merupakan salah satu buah yang banyak dijual di pasaran. Pepaya yang dijual belikan pun memiliki berbagai jenis.

Salah satu jenis pepaya yang sering dijumpai adalah Pepaya California. Nilai jual Pepaya California lebih tinggi dibandingkan jenis lainnya, hal ini menyebabkan banyak pembudidayaan pepaya ini. Hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya Pepaya California adalah kemungkinan munculnya penyakit baik pada buah maupun pada pohon. Penyakit yang muncul menyebabkan produksi Pepaya California menurun. Penyakit yang cukup sering dijumpai pada tanaman Pepaya California adalah penyakit antraknosa. Antraknosa atau biasa disebut penyakit busuk buah disebabkan oleh *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc [2]. Tanda-tanda dari penyakit ini adalah munculnya bercak kecil yang basah dan mengeluarkan getah berbentuk bintik pada permukaan seperti pada Gambar 1. Antraknosa dikenal dengan penyakit pasca panen [3]. Penyakit ini lebih cepat berkembang pada buah yang matang. Penanganan penyakit ini sering kali tidak tepat karena pendeteksian penyakit yang kurang cepat. Pengenalan penyakit dengan mata manusia mempunyai keterbatasan waktu dalam pengenalan penyakit. Selain keterbatasan waktu preferensi warna setiap orang juga dapat berbeda-beda.

Berdasarkan Informasi di atas maka perlulah klasifikasi untuk pepaya yang sehat dan memiliki penyakit. Klasifikasi yang dilakukan akan mempermudah para petani yang baru saja memulai pembudidayaan pepaya untuk mengklasifikasi adanya penyakit antraknosa. Pemanfaatan teknologi citra digital dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi tersebut. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah aplikasi yang dapat mengklasifikasikan penyakit antraknosa pada buah pepaya menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN).



Gambar 1. Pepaya Antraknosa

Salah satu jenis *artificial neural network* yang paling sering digunakan dalam analisis citra dua dimensi adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) [4]. CNN dan *Multilayer Perceptron* (MLP) memiliki cara kerja yang hampir sama, perbedaannya neuron dalam CNN berbentuk dua dimensi sedangkan MLP satu dimensi [5]. CNN bekerja dengan mengumpulkan sinyal dari satu kumpulan *convolutional layer* (*convpool layer*) lalu dilanjutkan dengan *Fully connected layers* dan diakhiri dengan *softmax layer* [6]. Struktur CNN meliputi lapisan konvolusi (*convolutional layers*), fungsi aktivasi (*activation function*), lapisan *pooling* (*pooling layers*), dan lapisan terhubung penuh (*fully connected layers*). Komponen utama dari CNN yang sangat signifikan adalah *Convolutional layers*, yang berperan dalam mengekstraksi fitur-fitur dari gambar menggunakan kernel konvolusi dengan ukuran yang berbeda-beda [7]. Hasil dari *convolutional layer* akan dilakukan fungsi aktivasi, penelitian ini menggunakan *activation function* ReLU dan Sigmoid.

Proses Selanjutnya adalah *pooling layers* yang bertujuan untuk mengurangi ukuran spasial dari volume *input* yang dapat mengurangi jumlah parameter dan mengontrol *overfitting* [8]. *Max pooling* merupakan *pooling layer* yang sering digunakan. *Max pooling* bekerja dengan mengambil nilai yang tertinggi dari area yang akan dilakukan *pooling* [9]. *Fully connected layer* berada di lapisan spasial terakhir yang terhubung setiap *hidden state* untuk menyatukan *node* dua dimensi menjadi satu dimensi.

Terdapat banyak penelitian yang relevan dengan topik penelitian ini. Penelitian oleh [10] membahas tentang penggunaan metode segmentasi K-Means dan klasifikasi SVM untuk mengklasifikasikan penyakit antraknosa pada daun pepaya. Berdasarkan penelitian tersebut menghasilkan akurasi sebesar 96% yang mana hal tersebut cukup tinggi, namun belum optimal. Penelitian oleh [11] mengenai sistem presensi dengan pengenalan wajah menggunakan CNN. Penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 85% yang cocok dilakukan untuk pengenalan wajah dalam ruangan yang terang. Penelitian oleh [12] mengenai pendeteksi penggunaan masker dengan CNN. Penelitian ini menyatakan bahwa hasil uji coba dan pengamatan berfungsi dengan baik dengan akurasi di atas 93%. Penelitian oleh [13] mengenai ekstraksi data e-KTP menggunakan OCR CNN. Penelitian tersebut berhasil mengekstraksi eKTP dengan rata-rata kecepatan 30 detik dan error rate 5%. Penelitian oleh [14] mengenai deteksi penyakit pada daun kelapa sawit dengan akurasi model 99%. Penelitian tersebut menghasilkan sistem deteksi penyakit daun

sawit dapat bekerja dengan baik dengan training pada 60 data. Penelitian oleh [15] mengenai deteksi penyakit tanaman apel pada citra daun menggunakan metode CNN dengan akurasi 97%. Penelitian oleh [16] mengenai deteksi penyakit kentang menggunakan citra daun dengan akurasi pada data *training* mencapai 93% dan data *validation* mencapai 99%. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa CNN dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi penyakit kentang. Berdasarkan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode CNN merupakan metode deep learning yang cukup baik untuk melakukan pengolahan citra dengan hasil akurasi yang tinggi. Temuan dari penelitian terdahulu memiliki relevansi dengan obyek yang sama dengan penelitian ini, namun metode yang dilakukan belum optimal. Sedangkan penelitian selanjutnya menyatakan bahwa CNN memiliki akurasi model yang lebih baik untuk pengenalan penyakit.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk membantu petani mengklasifikasikan adanya penyakit antraknosa dikarenakan kemungkinan adanya preferensi warna yang berbeda. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu petani yang baru memulai berkebun pepaya dalam mengklasifikasikan adanya penyakit antraknosa pada pepaya. Selain itu, penelitian ini dapat digunakan untuk pelajar yang sedang belajar penyakit antraknosa pada pepaya agar lebih mudah dalam melakukan klasifikasi adanya penyakit antraknosa.

II. METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data citra sejumlah 300 data citra yang terbagi menjadi 150 data citra pepaya dengan penyakit antraknosa dan 150 data citra pepaya normal (non antraknosa). Data diambil sebagian besar berasal dari kebun pepaya yang berada di Desa Pagubugan Kulon, Kecamatan Binangun, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Sebagian lainnya data berasal dari toko buah dan pasar yang berada di Cilacap dan Yogyakarta. Proses pengambilan data dilakukan dengan cara survei langsung ke kebun dan melakukan wawancara terhadap pemilik kebun sebagai pakar tanaman.

B. Pembuatan Sistem

Setelah proses pengumpulan data, proses selanjutnya adalah pembuatan sistem. Penelitian ini akan membuat sebuah sistem aplikasi berbasis web yang dapat mengklasifikasikan adanya penyakit antraknosa pada Pepaya California. Pembuatan sistem dalam penelitian terbagi menjadi tiga bagian yaitu perancangan konseptual, pembuatan model dan pembuatan aplikasi berbasis web.

Perancangan konseptual penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan alur sistem. Sistem memiliki alur *import* dataset pepaya pada direktori lokal untuk digunakan dalam melatih model terbaik. Untuk mempersiapkan model, dataset akan dipisahkan menjadi dua bagian dengan rasio 80:20 antara data *training* dan data *validation*. Proses pemisahan dataset akan menghasilkan 120 data *training* antraknosa dan 120 data *training* non-antraknosa. Sedangkan data *validation* terbagi menjadi 30 data *validation* antraknosa dan 30 data *validation* non-antraknosa.

Hasil dari data yang telah dibagi selanjutnya dilakukan proses preprocessing dengan cara *rescale* dan *resize* citra. Proses *rescale* bertujuan untuk mengubah skala citra agar citra dapat dilakukan proses selanjutnya [17]. *Rescale* skala yang digunakan untuk citra pepaya adalah $1/255$ berarti setiap pixel akan dikalikan sehingga nilai akan berubah antara 0 dan 1. Setelah proses *rescale* selanjutnya dilakukan proses *resize* citra pepaya. Proses *resize* dilakukan untuk menyamakan ukuran dari setiap citra pepaya. Proses *resize* ini penting dilakukan agar citra yang akan digunakan dapat dilatih menggunakan pemodelan deep learning seperti CNN. Ukuran yang digunakan dalam proses *resize* citra pepaya adalah 200x150 pixel.

Hasil dari preprocessing selanjutnya akan dilakukan proses *training*. Proses *training* mencakup pembelajaran pada citra pepaya dengan pemodelan CNN. Proses training dilakukan dengan nilai batch size 30 dan mode klasifikasi “binary” karena dataset yang digunakan mempunyai dua kelas. Dalam proses ini citra akan diproses dalam layer *convolutional*, *pooling*, dan *fully connected layer*. Proses training CNN akan menghasilkan sebuah akurasi dan *loss* yang akan digunakan dalam penilaian performa model. Proses training juga menghasilkan sebuah model yang disimpan dan digunakan dalam proses *testing*.



Gambar 2. Alur sistem

Dalam proses *testing* akan melakukan pengujian terhadap citra *testing* (citra pepaya baru) menggunakan model yang telah tersimpan. Proses *testing* dimulai dengan preprocessing citra *testing*. Selanjutnya model CNN terbaik dari proses training akan digunakan untuk menganalisis dan menentukan kelas dari citra *testing*. *Testing* akan menghasilkan apakah citra masuk dalam kelas “antraknosa” atau “non-antraknosa”. Aplikasi yang dibuat juga akan menampilkan citra *inputan* dari proses *testing*.

Proses pembuatan model dilakukan dengan membangun model CNN dalam membuat sistem klasifikasi seperti pada Tabel 1. Pembuatan model dibangun menggunakan Tensor Flow Keras dengan *model sequential*. Model CNN yang digunakan dalam sistem klasifikasi terdapat pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 model yang dibuat dalam pelatihan model menggunakan layer *convolutional*, *pooling* layer dengan *max pooling* dan *fully connected layer*. Layer-layer yang dilatih dalam pembuatan model telah disesuaikan dengan *input* citra dan *output* hasil klasifikasi. Fungsi aktivasi ReLU digunakan dalam layer *convolutional*, sedangkan layer terakhir menggunakan fungsi aktivasi Sigmoid untuk klasifikasi kelas citra.

Proses selanjutnya adalah pembuatan aplikasi berbasis web untuk mempermudah penggunaan sistem klasifikasi CNN. Proses pembuatan aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman *python* dengan framework *flask*. Aplikasi yang akan dibuat mempunyai dua menu yaitu menu *CNN Classification* untuk training citra pepaya dan *Prediction* untuk *testing* citra pepaya menggunakan model terbaik dari training. Gambar 4 menunjukkan tampilan menu *CNN Classification*.

Tabel 1. Model CNN

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 200, 150, 16)	448
max_pooling2d(MaxPooling2D)	(None, 100, 75, 16)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 100, 75, 32)	4640
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 50, 37, 32)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 50, 37, 64)	18496
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 25, 18, 64)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 25, 18, 64)	36928
max_pooling2d_3 (MaxPooling2D)	(None, 12, 9, 64)	0
flatten (Flatten)	(None, 6912)	0
dense (Dense)	(None, 512)	3539456
dense_1 (Dense)	(None, 1)	513
Total params: 3,600,481		
Trainable params: 3,600,481		
Non-trainable params: 0		

Pepaya Antraknosa Classification
CNN Classification Testing / Prediction

DATASET

Data Antraknosa
150

Data Non Antraknosa
150

SPLIT DATA 80-20

Data Training Antraknosa
120

Data Training Non Antraknosa
120

Data Validation Antraknosa
30

Data Validation Non Antraknosa
30

CNN CLASSIFICATION

Epoch:

Optimizer: SGD

Training

Gambar 3. Menu CNN *classification*

Pada halaman Gambar 3 menu CNN Classification menampilkan jumlah dataset masing-masing kelas dan jumlah dataset pada saat split data yaitu training dan *validation* pada masing-masing kelas. Selanjutnya terdapat form yang digunakan untuk mengisi parameter training data. *User* dapat melakukan training data yang sudah tersedia dengan menerapkan parameter yang berbeda. Parameter yang dapat dipilih *user* berupa *Epoch* dan *Optimizer*. Selanjutnya *user* dapat memulai training dengan menekan tombol training. Hasil training dapat dilihat pada Gambar 4.

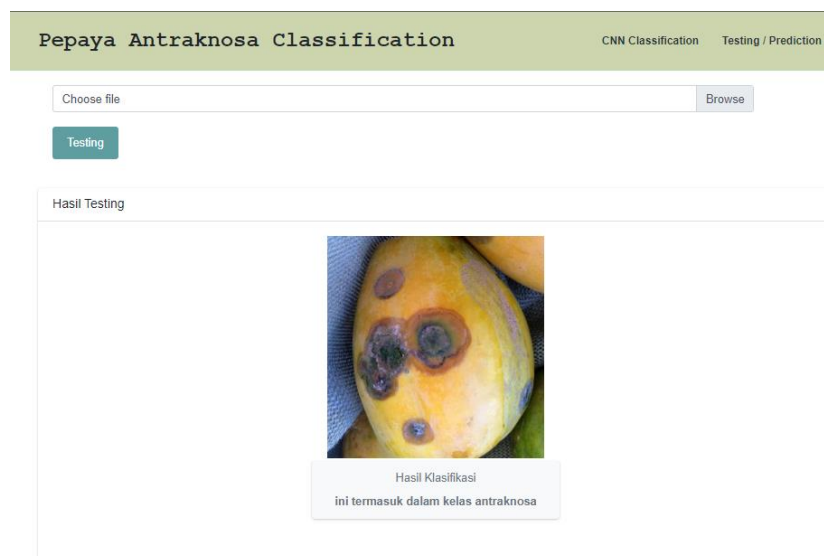
Halaman pada gambar 4 merupakan halaman hasil dari training yang telah dilakukan. Halaman ini akan menampilkan hasil akurasi dan *loss* pada data training dan *validation* model yang telah dilatih. Selain itu halaman ini juga menampilkan grafik akurasi dan *loss* dari proses training untuk penilaian performa model. Menu selanjutnya adalah menu *testing* yang terdapat pada Gambar 5.



Gambar 4. Hasil klasifikasi



(a)



(b)

Gambar 5. Menu *testing*

Gambar 5 bagian (a) menunjukkan tampilan menu *CNN Classification* digunakan untuk mengklasifikasikan citra baru yang di *input* oleh *user*. Citra dapat diinputkan *user* dengan cara Mengunggahnya dari direktori lokal *user*. Setelah *user* memasukkan citra baru dan menekan tombol *testing*, maka gambar dan hasil klasifikasi akan muncul pada bagian hasil seperti pada Gambar 5 bagian (b).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Arsitektur CNN digunakan dalam penelitian ini untuk melakukan proses klasifikasi pepaya antraknosa. Dalam proses *training* data, percobaan dilakukan dengan *epoch* dan *optimizer* yang berbeda seperti pada Tabel 2. Proses training model CNN masih melibatkan arsitektur CNN yang sama. Namun pada pelatihan ini dilakukan beberapa nilai yang berbeda untuk parameter pelatihannya. Hal ini dilakukan untuk menemukan hasil terbaik untuk kasus ini. Adapun proses training dilakukan dengan memanfaatkan library Tensor Flow Keras. Proses training yang dilakukan akan menghasilkan *loss* dan akurasi untuk data training dan *testing*. *Loss* dan akurasi ini digunakan untuk membandingkan model terbaik dalam pengklasifikasian pepaya.

Percobaan pada Tabel 2 dilakukan penggunaan *loss binary cross-entropy* dengan perbedaan *epoch* dan *optimizer* pada masing-masing percobaan. Perbedaan parameter digunakan untuk membandingkan *epoch* dan *optimizer* yang terbaik

untuk mengklasifikasikan pepaya. Masing-masing model dilatih sebanyak 5 kali dan diambil hasil terbaiknya. Tabel 3 menunjukkan grafik akurasi dan *loss* dari masing-masing model percobaan.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa model terbaik ada dengan *optimizer* adam dengan *epoch* 20. Model tersebut menghasilkan akurasi *training* sebesar 99,17% dan *testing* 99,58%. Model ini memiliki akurasi tertinggi dengan nilai *loss* terendah. Selanjutnya disusul dengan model menggunakan *optimizer* Nadam dengan *epoch* 15 menghasilkan akurasi *training* 99,58% dan *testing* 92,92%.

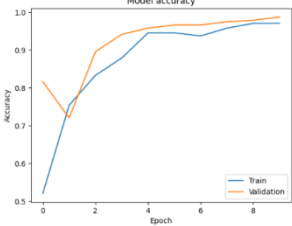
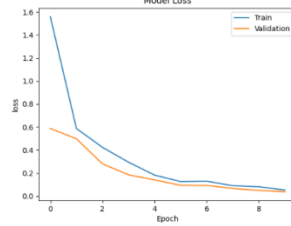
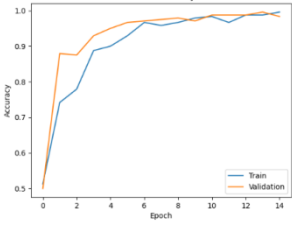
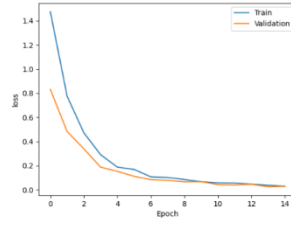
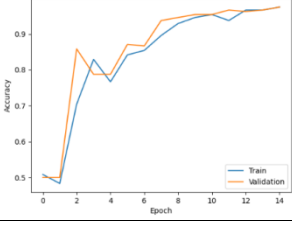
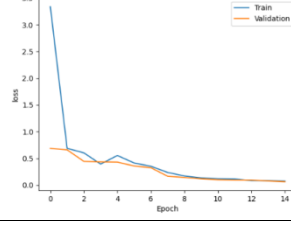
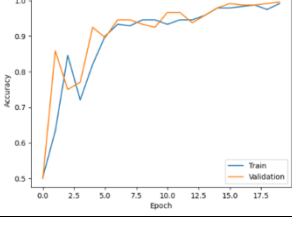
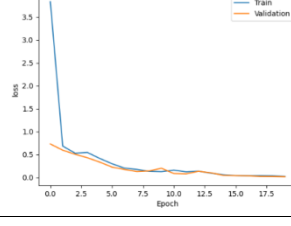
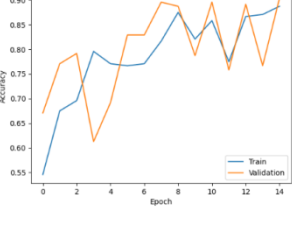
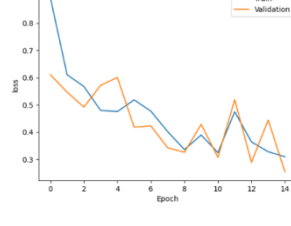
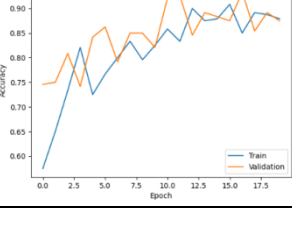
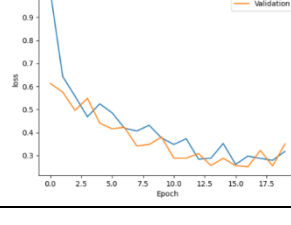
Berdasarkan tabel 2 model terbaik yang dihasilkan cukup bagus dikarenakan tidak *overfitting* dan *underfitting*. *Loss* yang dihasilkan model pun sudah cukup kecil. Untuk mengklasifikasikan data yang dapat diinputkan oleh *user*, penelitian ini membuat aplikasi berbasis web untuk mempermudah penggunaannya. Model yang digunakan untuk pembuatan aplikasi ini adalah model terbaik yang dihasilkan.

Model terbaik yang telah dipilih dijadikan sebagai model untuk *testing* dalam aplikasi klasifikasi CNN. Data citra pepaya yang digunakan untuk *testing* merupakan data baru yang berbeda dengan data training dan *validation* pada proses training. Hasil *testing* berupa prediksi apakah citra masuk dalam kelas “antraknosa” atau “nonantraknosa”. Tabel 2 berisi tentang hasil prediksi data baru menggunakan aplikasi CNN yang telah dibuat.

Tabel 2. Tabel hasil percobaan

No	Epoch	Optimizer	Training		Testing	
			Loss	Akurasi	Loss	Akurasi
1	10	Nadam	0,0528	97,08%	0,0377	98,75%
2	15	Nadam	0.0286	99.58%	0,0290	92,92%
3	15	Adam	0.0740	97,50%	0,0623	97,50%
4	20	Adam	0,0239	99,17%	0,0177	99,58%
5	15	SGD	0,3095	88,75%	0,2539	90,42%
6	20	SGD	0,3140	87,92%	0,3512	84,79%

Tabel 3. Tabel grafik akurasi dan loss

No	Epoch	Optimizer	Akurasi	Loss
1	10	Nadam		
2	15	Nadam		
3	15	Adam		
4	20	Adam		
5	15	SGD		
6	20	SGD		

Tabel 4. Tabel prediksi citra baru

Citra <i>input</i>	Hasil Klasifikasi	Ketepatan Prediksi
	 Hasil Klasifikasi ini termasuk dalam kelas nonantraknosa	Salah
	 Hasil Klasifikasi ini termasuk dalam kelas antraknosa	Benar
	 Hasil Klasifikasi ini termasuk dalam kelas antraknosa	Salah
	 Hasil Klasifikasi ini termasuk dalam kelas nonantraknosa	Benar

Tabel 4. (Lanjutan) Tabel prediksi citra baru

Citra input	Hasil Klasifikasi	Ketepatan Prediksi
	 Hasil Klasifikasi ini termasuk dalam kelas nonantraknosa	Benar
	 Hasil Klasifikasi ini termasuk dalam kelas nonantraknosa	Benar

Berdasarkan Tabel 3 citra yang salah prediksi merupakan citra dengan tangkapan gambar lebih dari satu pepaya dengan bintik putih dalam penyakit antraknosa. Hal ini dapat disimpulkan bahwa model yang telah dibuat belum dapat mengklasifikasikan citra pepaya yang memiliki lebih dari satu pepaya di dalamnya. Namun berdasarkan Tabel 3 model yang dibuat sudah cukup akurat dalam memprediksi adanya penyakit antraknosa dalam pepaya. Hal ini dapat dilihat dari benarnya 5 data benar dari total keseluruhan 6 data baru yang dilakukan *testing*. Hasil *testing* menunjukkan akurasi ketepatan klasifikasi citra pepaya antraknosa mencapai 83,33%. Akurasi ketepatan ini dihitung menggunakan rumus jumlah data benar dibagi keseluruhan data lalu dikalikan dengan 100%.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berisi tentang klasifikasi pepaya antraknosa menggunakan *Convolutional Neural Network*. Hasil dari penelitian ini adalah mengklasifikasikan pepaya sehat dan antraknosa. Berdasarkan hasil yang diperoleh penelitian ini mampu mengklasifikasikan dan memprediksi pepaya antraknosa dengan baik dan optimal. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, disimpulkan

bahwa model CNN dengan parameter *optimizer* Adam, jumlah *epoch* 10, dan *loss binary cross-entropy* merupakan model terbaik. Model tersebut menghasilkan akurasi *training* 99.17% dan *validation* 99.58% dengan *loss training* 0,0239 dan *loss validation* 0,0117. Berdasarkan akurasi dan *loss*, model yang dihasilkan tidak *overfitting*. Ketepatan prediksi cukup baik dibuktikan dengan ketepatan prediksi 5 dari 6 citra baru yang diinputkan. Akurasi ketepatan *testing* mencapai 83,33%. Model yang dihasilkan sudah cukup baik untuk memprediksi pepaya antraknosa namun model ini belum dapat melakukan prediksi kelas citra untuk citra yang memiliki dua atau lebih pepaya di dalamnya. Untuk itu sebagai saran dalam penelitian selanjutnya dapat menambah dataset pepaya dengan citra dua atau lebih pepaya untuk mengatasi hal tersebut.

REFERENSI

- [1] P2PTM Kemenkes RI, "Khasiat Buah Pepaya - Direktorat P2PTM," 2019. <http://p2ptm.kemkes.go.id/artikel-sehat/khasiat-buah-pepaya> (accessed Oct. 18, 2022).
- [2] N. L. P. Indriyani, Affandi, and D. Sunarwati, *Pengelolaan Kebun Pepaya Sehat Penyusun*. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, 2008.

- [3] S. Wiyono and S. Manuwoto, *Penyakit Antraknosa pada Pepaya dan Potensi Pengendaliannya*, 1st ed. Pusat Kajian Buah Tropika, 2008.
- [4] E. Rasywir, R. Sinaga, and Y. Pratama, "Analisis dan Implementasi Diagnosis Penyakit Sawit dengan Metode *Convolutional Neural Network (CNN)*," *Paradigma - Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 22, no. 2, pp. 117–123, 2020.
- [5] F. A. Irawan, M. Sudarma, and D. C. Khrisne, "Rancang Bangun Aplikasi Identifikasi Penyakit Tanaman Pepaya California Berbasis Android Menggunakan Metode CNN Model Arsitektur Squeezenet," *Jurnal Spektrum*, vol. 8, no. 2, pp. 18–27, 2021.
- [6] R. Venkatesan and B. Li, *Convolutional Neural Networks in Visual Computing*. London: Taylor & Francis Group, 2018.
- [7] M. Sholihin, M. R. Zamroni, and Burhanuddin, "Identifikasi Kesegaran Ikan Berdasarkan Citra Insang Dengan Metode Convolution Neural Network," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 3, pp. 1352–1360, 2021.
- [8] A. Rosebrock, *Deep Learning for Computer Vision with Python Starter Bundle 1st Edition (1.1.0)*, 1st Edition (1.1.0). pyimagesearch, 2017.
- [9] C. C. Aggarwal, *Neural Networks and Deep Learning*. Yorktown Heights, NY, USA: Springer Nature Switzerland AG, 2018.
- [10] S. S. Sundari, A. Sugiharto, and R. Nursamsi, "Deteksi Penyakit Antraknosa pada Daun Pepaya California Berdasarkan Segmentasi K-Means Clustering dengan Menggunakan Metode Klasifikasi Support Vector Machine," *Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 2, pp. 164–173, 2020.
- [11] D. P. Andini, Y. G. Sugiarta, T. Y. Putro, and R. D. Setiawan, "Sistem Presensi Kelas Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Metode CNN," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 7, no. 2, pp. 315–322, Dec. 2022.
- [12] R. W. T. Hartono *et al.*, "E-Pindai: Pengolahan Citra Wajah Pendeteksi Penggunaan Masker dengan Metode Convolution Neural Network," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 7, no. 1, pp. 17–24, Jun. 2022.
- [13] G. Sugiarta, D. P. Andini, and S. Hidayatullah, "Ekstraksi Informasi/Data e-KTP Menggunakan Optical Character Recognition *Convolutional Neural Network*," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, Jun. 2021.
- [14] A. Asrianda, H. A. K. Aidilof, and Y. Pangestu, "Machine Learning for Detection of Palm Oil Leaf Disease Visually using *Convolutional Neural Network Algorithm*," *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 286–293, Jan. 2021.
- [15] A. A. A. Paliwang, M. R. D. Septian, M. Cahyanti, and E. R. Swedia, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Apel Dari Citra Daun Dengan *Convolutional Neural Network*," *Sebatik*, vol. 24, no. 2, pp. 207–217, 2020.
- [16] A. M. Lesmana, R. P. Fadhilah, and C. Rozikin, "Identifikasi Penyakit pada Citra Daun Kentang Menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)*," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 21–30, Jun. 2022.
- [17] 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.