

IMPLEMENTASI MODEL *DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) PADA CITRA PENYAKIT DAUN JAGUNG UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN

Andhika Bagas Prakosa^a, Hendry^b, dan Radius Tanone^c

^{a,b,c} *Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, 50715*

^a 672017334@student.uksw.edu, ^b hendry@uksw.edu, ^c radius.tanone@uksw.edu

ABSTRAK

Jagung merupakan bahan pokok selain beras. Dalam pertanian, muncul penyakit daun yang menyebabkan pertumbuhan tanaman jagung menjadi terhambat dan terganggu. Penelitian ini bertujuan memberikan jalan keluar untuk mendeteksi apakah tanaman jagung terserang penyakit atau tidak. Klasifikasi penyakit daun jagung ini menggunakan *model deep learning Convolutional Neural Network* (CNN). Dataset yang digunakan untuk pengujian ini sebanyak 3718 gambar untuk data dari daun jagung yang sehat, dan 3814 gambar untuk data dari daun jagung yang memiliki penyakit karatan (*common rust*). Dari hasil pengujian dengan perbandingan 40% data test 60% data training dan dengan training sebanyak 50 epoch, didapatkan nilai akurasi sebesar 0.9990, nilai precision sebesar 0.9981, nilai recall sebesar 1, dan nilai F1 Score sebesar 0.9990

Kata kunci : *deep learning, convolutional neural network, deteksi penyakit, tanaman jagung, gambar.*

ABSTRACT

Corn is one of the main ingredients or staple besides rice. In agriculture's world, leaf diseases appear that cause hampered and disturbed of corn plant growth. This research has a purpose to give a solution to detect whether the corn plant is diseased or not. Classification of leaf disease corn plants use a deep learning model *Convolutional Neural Network* (CNN). On this test, a numbered dataset is used: 3718 images for healthy corn leaf, and 3814 images for disease corn leaf in this case *common rust*. From this test result with data ratio 40% for data test, and 60% data train within training of 50 epochs obtained accuracy get a value of 0.9990, precision value get a value by 0.9981, recall get a value by 1, and F1 score get a value by 0,9990

Keywords: *deep learning, convolutional neural network, disease detection, corn plant, image.*

1. PENDAHULUAN

Di dalam dunia pertanian, penyakit daun dapat mengganggu produktivitas dan pertumbuhan tanaman, dalam hal ini tanaman jagung. Teknologi deep learning adalah salah satu solusi pencegahan penyakit daun dan meminimalisir kerugian

karena gagal panen juga meningkatkan kualitas panen. *Convolutional Neural Network* merupakan salah satu model deep learning yang digunakan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit dengan keakuratan yang tinggi.[1]

Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan model deep



learning khususnya Convolutional Neural Network (CNN) yang akan digunakan untuk klasifikasi penyakit daun berdasarkan dataset yang sudah dibuat. Dataset yang digunakan dalam pengujian ini adalah data yang berisikan gambar dari daun jagung yang sehat (healthy), dan daun jagung yang terkena penyakit karatan (common rust). Ada beberapa tahapan dalam pengujian ini seperti pengumpulan data, pre-process dataset, pembuatan data test, pembangunan model CNN, pelatihan model, dan mengevaluasi kinerja model. Evaluasi kinerja model dapat diketahui melalui nilai-nilai pada classification report seperti nilai akurasi, nilai presisi, nilai recall, dan nilai F1-score.

Melalui penelitian ini diharapkan penggunaan model deep learning CNN dapat memberikan manfaat kepada petani terutama dalam hal produktivitas dan hasil panen yang baik. Dengan studi kasus yang dipilih, bahwa teknologi deep learning dapat diimplementasikan sebagai model untuk klasifikasi penyakit daun dengan baik dan akurat. Di lain sisi penelitian ini memiliki batasan yang perlu diperhatikan seperti: pertama dataset yang terbatas dapat mempengaruhi kinerja model CNN, kedua penelitian ini hanya terbatas pada satu tanaman yakni jagung. Oleh karena itu, penelitian ini membutuhkan pengembangan lebih lanjut untuk mendapatkan kinerja model yang lebih baik.[2]

Penelitian yang berjudul “Klasifikasi Citra Digital Bumbu Dan Rempah Dengan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)” yang dilakukan oleh Isna Wulandari, dan kawan-kawan pada tahun 2020. Para peneliti menggunakan dataset berupa gambar bumbu dapur dan rempah

sebanyak 300 gambar yang dibagi menjadi 3 kelas yakni ginseng, jahe, dan lengkuas. Dari pengujian yang dilakukan, peneliti mendapatkan beberapa nilai akurasi dan nilai loss yakni untuk akurasi training data mendapatkan nilai sebesar 0.9875 dan nilai loss nya sebesar 0.0769. Sedangkan untuk nilai akurasi data testing sebesar 0.85 dan nilai loss nya sebesar 0.4773. Secara keseluruhan dari 3 jenis gambar menghasilkan nilai akurasi sebesar 88.99%. [3]

Selanjutnya penelitian dengan judul “Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network” yang dilakukan oleh Febian Fitra Maulana dan Naim Rochmawati pada tahun 2019. Peneliti tersebut menggunakan model CNN menggunakan dataset Fruit-360 yang terdiri dari 111 kelas buah dan sayur dengan total data training sebesar 56.781 citra dan total data testing sebesar 56.781 citra. Data yang digunakan hanya 15 kelas. Dari pengujian yang dilakukan, nilai akurasi yang didapat sebesar 91.42%. [4]

Penelitian selanjutnya dengan judul “Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) yang dilakukan oleh Nur Fadlia, dan Rifki Kosasih pada tahun 2019. Penelitian tersebut menggunakan model CNN untuk mengklasifikasikan jenis kendaraan bermotor. Data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 120 citra yang terdiri dari citra mobil, motor dan sepeda. Hasil uji coba dan evaluasi model terhadap tiga jenis kendaraan menggunakan package Keras menunjukkan akurasi sebesar 94,4% pada tahap pelatihan dan 73,3% pada tahap pengujian. [5]

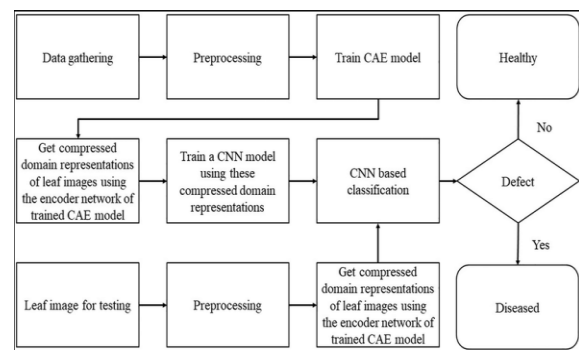
Dataset merupakan sekumpulan data berupa suara, gambar, teks maupun video. Dataset sendiri digunakan untuk keperluan testing dan training suatu model. Sebelum digunakan untuk penelitian, dataset tersebut dikumpulkan menggunakan metode data mining, survey, maupun secara lisan dengan wawancara.[6]

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu mode deep learning yang sering digunakan dalam penelitian. CNN sendiri memiliki cara kerja dengan menggunakan dataset gambar atau video sebagai masukannya (input). Dalam dunia deep learning, CNN sering digunakan untuk penelitian khususnya untuk mengklasifikasikan suatu studi kasus dengan objek gambar atau citra gambar. CNN menggunakan Multi Layer Perceptron (MLP) untuk memproses dan mengklasifikasikan citra gambar.[7]

Confusion Matrix dalam deep learning merupakan sebuah metode untuk mengukur akurat atau tidaknya sebuah model. Nilai dalam confusion matrix digunakan untuk menampilkan data prediksi dari sebuah data yang terbagi dari beberapa kelas. Ada empat nilai yang ditampilkan dalam confusion matrix antara lain: True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN). True Positive (TP) merupakan hasil prediksi model yang bernilai benar dan positif. True Negative (TN) merupakan hasil prediksi model yang bernilai benar dan negatif. False Positive (FP) merupakan hasil prediksi model yang bernilai salah dan positif. False Negative (FN) merupakan hasil prediksi model yang bernilai salah dan negatif. Confusion matrix juga digunakan untuk mengevaluasi kinerja dan kualitas suatu

model deep learning terutama untuk klasifikasi gambar dari suatu studi kasus. Selain empat nilai sebelumnya, confusion matrix dapat digunakan untuk melakukan perhitungan selanjutnya, seperti mencari nilai akurasi, presisi, recall, f1-score. [8]

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

a. Data Gathering (Pengumpulan Data)

Pada penelitian ini, tahap pertama adalah dibutuhkan sekumpulan data yang akan digunakan untuk eksperimen. Pengumpulan data menggunakan dataset terbuka (open dataset) yang diambil dari platform Kaggle yakni Bangladeshi Crops Disease Dataset (<https://www.kaggle.com/datasets/nafishamoin/bangladeshi-crops-disease-dataset>) Dataset tersebut berisikan 31.100 citra gambar mengenai berbagai penyakit daun (Crop Disease) dengan ukuran total sebesar 7 GB. Dataset yang akan digunakan dalam penelitian ini akan hanya mengambil 2 kelas dari 15 kelas yang ada, yaitu dengan berfokus pada penyakit-penyakit pada daun jagung.

b. Pre-processing Data

Dataset yang telah diambil dari Kaggle kemudian dilakukan Preprocessing Data. Preprocessing merupakan bagian dari deep learning di mana dataset berupa citra gambar akan diolah dengan model deep learning, yakni dengan model Convolutional Neural Network. Diharapkan dengan pre-processing data, maka model CNN dapat melakukan klasifikasi ataupun deteksi dengan nilai akurasi sebesar mungkin. Seluruh pembangunan model deep learning, ditulis dalam bahasa Python menggunakan platform Kaggle.

c. Testing Data

Sebelum memasuki proses training, dibutuhkan tahapan testing data. Testing data digunakan untuk mengetahui dan menguji performa dari suatu model deep learning, dalam hal ini Convolutional Neural Network.

d. Training Data

Data yang telah melalui proses pre-processing dan data testing, selanjutnya akan diuji dengan training. Tujuan dari testing dan training adalah untuk mendapatkan berbagai nilai seperti classification report (nilai akurasi, F1, recall, precision), nilai confusion matrix. Nilai-nilai yang merupakan hasil dari testing dan training data dapat digunakan juga untuk mengevaluasi model kembali, baik dari cara kerja. nilai yang didapat dengan melakukan perbaikan dan tuning model.

e. Pengujian

Setelah melalui tahap preprocessing data, membuat data testing, membuat data training, pembuatan model, dan training maka model harus diuji. Pengujian bertujuan agar model Convolutional Neural Network (CNN) mampu mengklasifikasikan apakah data daun jagung memiliki penyakit atau tidak.

f. Writing Report

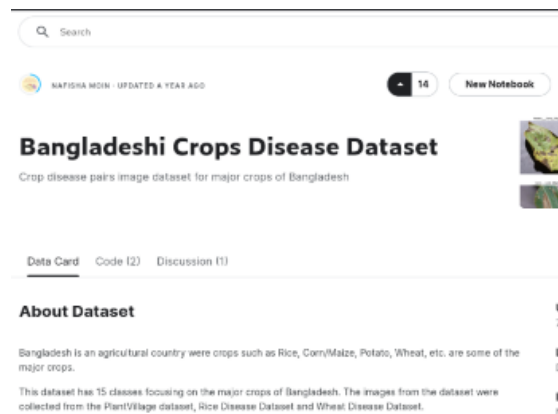
Sesudah melakukan penulisan kode, membangun model deep learning, serta melakukan serangkaian training dan testing, maka langkah terakhir adalah menuliskan hasil eksperimen. Penulisan hasil meliputi berbagai hal seperti kinerja model, performansi model, hasil nilai yang didapatkan saat training dan testing. Ada hasil lain dari pengujian model deep learning seperti nilai confusion matrix, nilai akurasi, nilai accuracy dan loss yang akan digunakan untuk mengevaluasi kembali model apakah model tersebut bekerja secara baik dan efisien atau tidak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini akan menggunakan dataset terbuka yang diambil dari platform Kaggle. Sekumpulan dataset terbuka dengan judul Bangladeshi Crop Disease Dataset. Dataset ini terdiri dari 31,053 gambar yang terdiri dari 15 kelas. Pada pengujian ini, hanya akan diambil dataset sebanyak 2 kelas dengan kelas daun jagung yang sehat dan daun yang berpenyakit karatan (common rust) Dari proses pembacaan dataset,

kelas daun jagung yang sehat terdapat data sebanyak 7532 gambar, sedangkan dataset daun jagung dengan penyakit karatan terdapat data sebanyak 3814 gambar.

dataset yang digunakan untuk testing banyaknya sebesar 40% dari keseluruhan isi dataset per kelas. Pembagian data testing dan data training akan disajikan dalam tabel di bawah ini:



Gambar 2. Tampilan halaman Dataset untuk kebutuhan pengujian

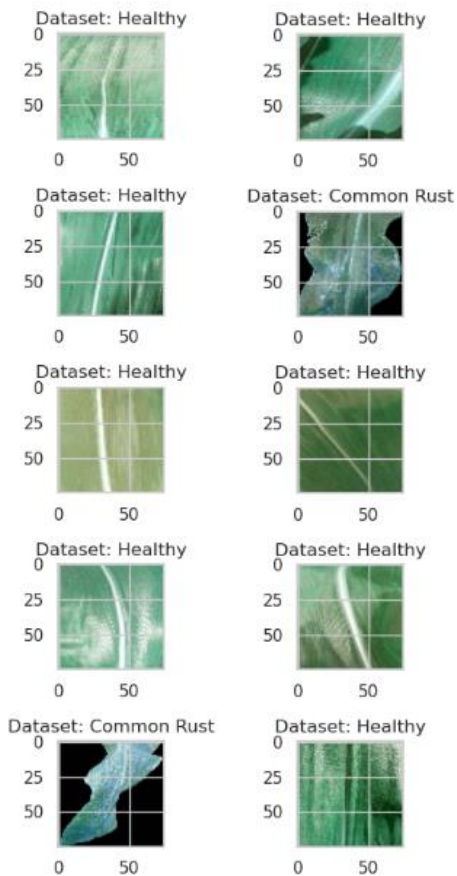
Tahap selanjutnya adalah melakukan tahap pembangunan model deep learning Convolutional Neural Network. Seluruh model yang digunakan dalam penelitian ini ditulis menggunakan bahasa pemrograman Python dan ditulis menggunakan Kaggle. Penulisan kode dalam pengujian ini juga dibutuhkan beberapa package library untuk memudahkan proses komputasi yakni dengan Tensorflow, dan package library yang dibutuhkan untuk visualisasi data yakni dengan Matplotlib.

Sebelum memasuki tahap model training, dibutuhkan suatu data testing. Data testing sendiri merupakan bagian dataset yang dibagi beberapa persen yang kemudian digunakan untuk pengujian suatu model deep learning. Data testing ini juga digunakan untuk mengecek apakah suatu model deep learning dapat bekerja secara efisien dan benar atau tidak. Pada pengujian ini,

Tabel 1. Pembagian data untuk testing dan training

Kelas Dataset	Test Data	Train Data
<i>Common Rust</i>	1526	2288
<i>Healthy</i>	1488	2230
Total	3014	4518

Tahap selanjutnya adalah mengumpulkan data latih (training data). Data training dalam deep learning merupakan sekumpulan data yang kemudian digunakan untuk melakukan pelatihan atau pembangunan model. Data yang digunakan untuk training menggunakan parameter ukuran gambar sebanyak 50 piksel. Untuk memudahkan visualisasi data training, digunakan library package matplotlib, sehingga data training yang ditampilkan juga diberikan label untuk mempermudah identifikasi.



Gambar 3. Sampel data untuk training

Tahap selanjutnya adalah membangun model untuk klasifikasi citra penyakit daun. Secara umum model CNN sendiri terbagi beberapa langkah untuk proses modeling di antaranya: convolution, pooling, flattening, dan fully connected. Untuk proses filtering model dijelaskan dengan kode di bawah:

Kode Program 1. Model data CNN untuk sequential tabel atau summary data.

```
model = Sequential()
model.add(Conv2D(filters = 32,
kernel_size = (17,17),padding =
'Same',activation = 'relu',
input_shape = (IMG_SIZE,IMG_SIZE,3)))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2,2
)))
```

```
model.add(Conv2D(filters = 64,
kernel_size = (3,3),padding =
'Same',activation = 'relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2,2
), strides=(2,2)))

model.add(Conv2D(filters = 96,
kernel_size = (3,3),padding =
'Same',activation = 'relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2,2
), strides=(2,2)))

model.add(Conv2D(filters = 96,
kernel_size = (3,3),padding =
'Same',activation = 'relu'))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2,2
), strides=(2,2)))

model.add(Flatten())
model.add(Dense(512))
model.add(Activation('relu'))
model.add(Dense(2, activation =
"softmax"))
```

Dari kode 1 dibuatlah suatu object sequential class dengan nama model. Pada baris kode kedua, dibuatlah suatu parameter filtering dengan nilai = 32. Selanjutnya pada parameter kedua kernel filter dibuat dengan ukuran 17x17. Pada parameter ketiga dibuat bentuk input RGB atau B/W. Terakhir parameter keempat digunakan fungsi aktivasi Rectified Linear Unit (ReLU). Langkah selanjutnya adalah tahap pooling. Pooling adalah sebuah parameter yang digunakan untuk mengurangi ukuran piksel gambar sekecil-kecilnya.

Pada baris-baris kode selanjutnya, terdapat parameter-parameter yang bernilai sama. Untuk parameter filter

bernilai 96, kernel_size memiliki ukuran 2x2, nilai padding = same, dan menggunakan aktivasi ReLU. Yang membedakan pooling terdapat variabel stride yaitu jumlah piksel yang bergeser di atas matriks input dengan ukuran 2x2. Tahap terakhir pembuatan model adalah penambahan flatten, dense, activation, dan dense.

Setelah membuat model CNN, selanjutnya adalah tahap training data. Proses training data dilakukan sebanyak 50 epoch. Training data sendiri digunakan untuk melatih model agar dapat membuat klasifikasi citra gambar dengan baik. Untuk hasil training data seperti gambar di bawah:

```

epoch 1/50: 135 30ms/step, loss: 0.694, accuracy: 0.594, val_loss: 0.617, val_accuracy: 0.9
epoch 2/50: 135 34ms/step, loss: 0.654, accuracy: 0.902, val_loss: 0.617, val_accuracy: 0.99
epoch 3/50: 135 36ms/step, loss: 0.624, accuracy: 0.951, val_loss: 0.617, val_accuracy: 0.99
epoch 4/50: 135 36ms/step, loss: 0.635, accuracy: 0.954, val_loss: 0.612, val_accuracy: 0.99
epoch 5/50: 135 37ms/step, loss: 0.625, accuracy: 0.940, val_loss: 0.612, val_accuracy: 0.99
epoch 6/50: 135 38ms/step, loss: 0.611, accuracy: 0.968, val_loss: 0.617, val_accuracy: 0.99
epoch 7/50: 135 38ms/step, loss: 0.618, accuracy: 0.962, val_loss: 0.608, val_accuracy: 0.99
epoch 8/50: 135 39ms/step, loss: 0.614, accuracy: 0.963, val_loss: 0.618, val_accuracy: 0.99
epoch 9/50: 135 39ms/step, loss: 0.604, accuracy: 0.968, val_loss: 0.603, val_accuracy: 0.99
epoch 10/50: 135 39ms/step, loss: 0.612, accuracy: 0.968, val_loss: 0.608, val_accuracy: 0.99
epoch 11/50: 135 39ms/step, loss: 0.607, accuracy: 0.965, val_loss: 0.605, val_accuracy: 0.99
epoch 12/50: 135 39ms/step, loss: 0.648, accuracy: 0.922, val_loss: 0.643, val_accuracy: 0.99
epoch 13/50: 135 39ms/step, loss: 0.622, accuracy: 0.971, val_loss: 0.616, val_accuracy: 0.99
epoch 14/50: 135 39ms/step, loss: 0.619, accuracy: 0.962, val_loss: 0.611, val_accuracy: 0.99
epoch 15/50: 135 39ms/step, loss: 0.601, accuracy: 0.968, val_loss: 0.605, val_accuracy: 0.99
epoch 16/50: 135 39ms/step, loss: 0.626, accuracy: 0.967, val_loss: 0.613, val_accuracy: 0.99
epoch 17/50: 135 39ms/step, loss: 0.616, accuracy: 0.961, val_loss: 0.604, val_accuracy: 0.99
epoch 18/50: 135 39ms/step, loss: 0.626, accuracy: 0.961, val_loss: 0.604, val_accuracy: 0.99
epoch 19/50: 135 39ms/step, loss: 0.616, accuracy: 0.961, val_loss: 0.604, val_accuracy: 0.99
epoch 20/50: 135 39ms/step, loss: 0.616, accuracy: 0.961, val_loss: 0.604, val_accuracy: 0.99

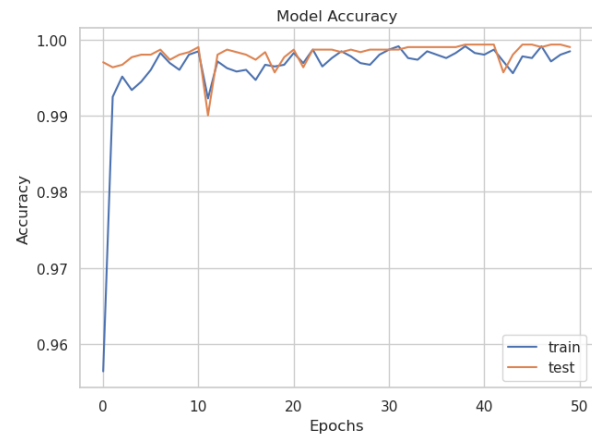
```

Gambar 4. Proses training data

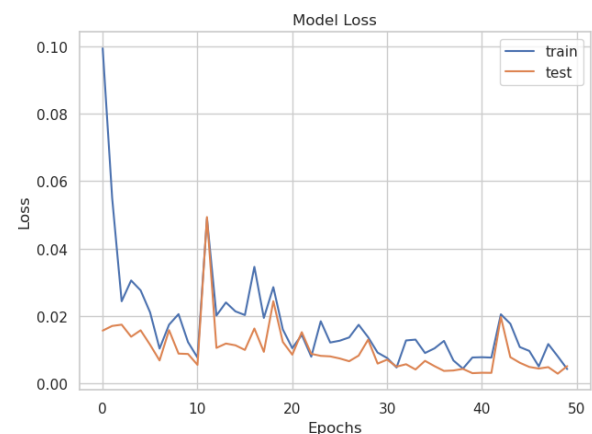
Berdasarkan hasil data training yang dilakukan sebanyak 50 epoch, dapat diketahui hasil training dan hasil validasi hampir mendekati nilai 1. Pada epoch yang ke 50, nilai akurasi (accuracy) dalam training yang didapat sebesar 0.9985, sedangkan nilai akurasi validasi (val_accuracy) mendapatkan nilai sebesar 0.9990. Pada hasil epoch ini, juga didapatkan nilai kesalahan (loss) sebesar 0.0043, sedangkan untuk validasi nilai kesalahan (val_loss) 0.0052.

Pada hasil pelatihan dan pengujian pada penelitian ini, didapatkan hasil kurva

akurasi dan kesalahan seperti grafik di bawah ini:



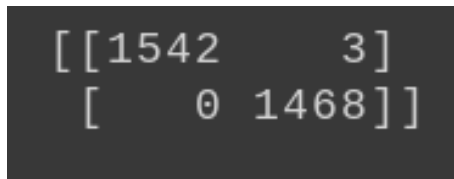
Gambar 5. Kurva grafik nilai akurasi (accuracy) model



Gambar 6. Kurva grafik nilai kesalahan (loss) model

Tahap selanjutnya adalah mencari nilai akurasi, nilai presisi, nilai recall, dan nilai F-1. Nilai-nilai tersebut didapatkan dari tabel confusion matrix. Confusion matrix merupakan sebuah tabel yang berisi informasi hasil prediksi dan nilai aktual dengan 4 kombinasi yang berbesa. Confusion matrix merepresentasikan hasil klasifikasi dengan 4 nilai seperti True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN).

Untuk confusion matrix hasil dari pengujian training, didapatkan hasilnya seperti di dalam gambar di bawah :



Gambar 7. Nilai confusion matrix

Dari tabel confusion matrix di atas ada beberapa nilai hasil dari pengujian training antara lain nilai True Positive (TP) sebesar 1542, nilai False Negative (FN) sebesar 0, nilai False Positive (FP) sebesar 3, dan nilai True Negative (TN) = 1468. Dari beberapa nilai confusion matrix tersebut, dapat dihitung nilai accuracy, precision, recall dan F-1 score dengan perhitungan matematika seperti berikut.

- a. Nilai akurasi (*Accuracy*) merepresentasikan seberapa akurat suatu model dalam mengklasifikasikan dengan benar

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{(TP+TN)}{(TP+FP+FN+TN)} \\
 &= \frac{(1542+1468)}{(1542+3+1468+0)} \\
 &= \frac{(3010)}{(3013)} \\
 &= 0.99900431463 \\
 &= 0.9990
 \end{aligned}$$

Jadi nilai akurasi yang didapat dari model tersebut sebesar 0.9990

- b. *Precision* merepresentasikan nilai akurasi antara data yang digunakan dengan hasil prediksi yang diberikan oleh model.

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{(TP)}{(TP+FP)} \\
 &= \frac{(1542)}{(1542+3)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(1542)}{(1545)} \\
 &= 0.9980582524 \\
 &= 0.9981
 \end{aligned}$$

Jadi nilai *precision* yang didapat dari model tersebut sebesar 0.9981

- c. *Recall* atau *sensitivity*: menggambarkan keberhasilan model dalam menemukan kembali sebuah informasi.

$$\begin{aligned}
 Recall &= \frac{(TP)}{(TP+FN)} \\
 &= \frac{(1542)}{(1542+0)} \\
 &= \frac{(1542)}{(1542)} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

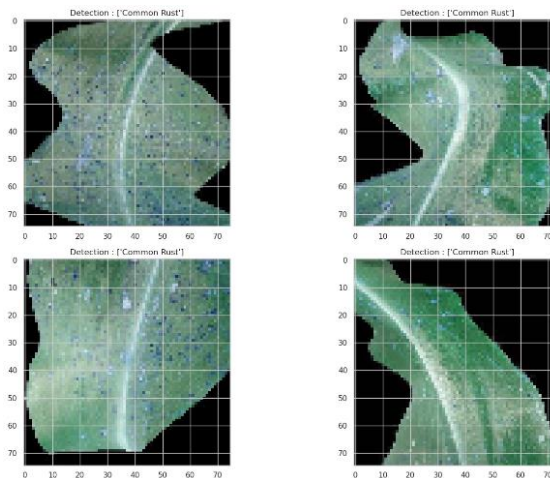
Jadi nilai recall atau sensitivity yang didapat dari model tersebut sebesar 1

- d. F-1 score merepresentasikan pembobotan perbandingan nilai rata-rata antara nilai recall dan nilai precision.

$$\begin{aligned}
 F-1 \text{ score} &= \frac{(2 \cdot Recall \cdot Precision)}{(Recall + Precision)} \\
 &= \frac{(2 \cdot 1 \cdot 0.9981)}{(1 + 0.9981)} \\
 &= \frac{(1.9962)}{(1.9981)} \\
 &= 0.9990490966 \\
 &= 0.9990
 \end{aligned}$$

Jadi nilai F-1 score yang didapat dari model tersebut sebesar 0.9990

Pada pengujian terakhir adalah klasifikasi dataset yang disajikan. Pengujian beberapa sampel data merupakan hasil dari seluruh training dan testing. Untuk beberapa hasil klasifikasi dengan data secara acak dapat dilihat dari gambar di bawah ini:



Gambar 7. Hasil klasifikasi

Dari sampel yang di-generate secara random, model menunjukan klasifikasi citra gambar. Dari hasil klasifikasi, model mengklasifikasikan data tersebut mendeteksi adanya penyakit pada daun jagung yakni *Common Rust*.

4. KESIMPULAN

Klasifikasi citra gambar dengan studi kasus penyakit pada daun jagung menggunakan model *deep learning Convolutional Neural Network (CNN)* menunjukan nilai akurasi yang baik dengan nilai 0.9990 dengan epoch sebanyak 50. Dataset yang digunakan untuk pengujian ini dapat dikatakan sudah cukup untuk pembuatan data testing dan training.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dapat dibuat model deep learning dengan dataset yang sama akan tetapi menggunakan model yang berbeda seperti Vision Transformer (ViT), model Recurrent Neural Network (RNN), Long Short Term Memory Network (LTSN) menggunakan dataset yang sama dengan harapan akan ada improvisasi baik dari nilai-nilai training

maupun hasil klasifikasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pangestu, R. A., dkk (2020), "IMPLEMENTASI ALGORITMA CNN UNTUK KLASIFIKASI CITRA LAHAN DAN PERHITUNGAN LUAS", Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIFoSI) Vol. 1, No. 1. Maret 2020, hal. 166-174
- [2] Saputra, R. A., dkk. (2021), "Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network Dan Arsitektur MobileNet Pada Aplikasi Deteksi Penyakit Daun Padi", JURNAL SWABUMI, Vol. 9 No. 2 September 2021, hal. 184~188
- [3] Wulandari, I., dkk. (2020), "Klasifikasi Citra Digital Bumbu Dan Rempah Dengan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)", JURNAL GAUSSIAN, Volume 9, Nomor 3, Tahun 2020, hal. 273 - 282
- [4] Maulana, F.F., & Rochmawati, N. (2019). "Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network", JINACS: Volume 01 Nomor 02, Tahun 2019, Halaman 104 - 108
- [5] Fadlia, N., Kosasih, R. (2019). "Klasifikasi Jenis Kendaraan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)", Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa Volume 24 No. 3 Desember 2019, Halaman 208 - 215
- [6] Imantyar, R., Fudholi, D.H. (2021). "Kajian Pengaruh Dataset dan Bias Dataset terhadap Performa Akurasi Deteksi Objek", PETIR:Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika Vol. 14, No. 2, September 2021, halaman 258-268
- [7] Hawari, F.H., dkk (2022). "Klasifikasi Penyakit Padi Menggunakan Algoritma CNN (Convolutional Neural Network)", JURNAL RESPONSIF,

Vol. 4 No.2 Agustus 2022, halaman
184~189

- [8] Rokhim, A., dkk (2019).
“Convolutional Neural Network untuk
Pengklasifikasian Citra Makanan
Tradisional”, Jurnal Pengembangan
Teknologi Informasi dan Ilmu
Komputer, Vol. 3, No. 7, Juli 2019, hlm.
7037-7042