

Implementasi Arsitektur Inception Resnet-V2 untuk Klasifikasi Kualitas Biji Kakao

Eveline Gabriela Winarto¹, Rahmayati², Armin Lawi³

¹ Program Studi Sistem Informasi, Universitas Hasanuddin, ² Program Studi Sistem Informasi, Universitas Hasanuddin, ³ Program Studi Sistem Informasi, Universitas Hasanuddin

¹winartoeg18h@student.unhas.ac.id, ²rahmayati18h@student.unhas.ac.id, ³armin@unhas.ac.id

ABSTRACT — Cocoa is a very important commodity for Indonesia as one of the main exporters in international trade. Cocoa beans are very susceptible to disease, so the introduction of diseases in cocoa beans is necessary before exporting. From this problem, research was conducted to classify the quality of cocoa beans using one of the Convolutional Neural Network (CNN) architectures, namely inception resnet-v2. The dataset used is Cocoa Beans Images Dataset with a total of 614 files and has 6 classes, namely whole beans, bean fraction cocoa, fermented cocoa, broken beans cocoa, unfermented cocoa, and moldy cocoa. From the test results using 150 epoch obtained accuracy of 89%, and roc by 97%.

Keyword — Cocoa Beans, Deep Learning, Convolutional Neural Network (CNN), Inception Resnet-V2

Abstrak — Kakao merupakan komoditas yang sangat penting bagi Indonesia sebagai salah satu negara eksportir utama dalam perdagangan internasional. Biji kakao sangat rentan terserang penyakit, sehingga pengenalan penyakit pada biji kakao diperlukan sebelum diekspor. Dari permasalahan tersebut, dilakukan penelitian untuk mengklasifikasikan kualitas biji kakao menggunakan salah satu arsitektur Convolutional Neural Network (CNN), yaitu Inception Resnet-V2. Dataset yang digunakan yaitu Cocoa Beans Images Dataset dengan jumlah 614 file serta memiliki 6 kelas, yaitu whole beans, bean fraction cocoa, fermented cocoa, broken beans cocoa, unfermented cocoa, dan moldy cocoa. Dari hasil pengujian dengan menggunakan 100 epoch didapatkan akurasi sebesar 89%, dan ROC sebesar 97%.

Kata kunci — Biji Kakao, Deep Learning, Convolutional Neural Network (CNN), Inception Resnet-V2

I. PENDAHULUAN

Kakao merupakan komoditas yang sangat penting bagi Indonesia sebagai salah satu negara eksportir utama kakao dalam perdagangan internasional. Pasar kakao dunia masih memiliki potensi sangat tinggi, yang ditunjukkan oleh peningkatan konsumsi sehingga Indonesia diharapkan mampu meraih peluang pasar yang ada. (Hasibuan, Nurmalina, & Wahyudi, 2012). Sebelum biji kakao di ekspor atau dipasarkan, eksportir memberikan sampel biji kakao ke petugas Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB) untuk diuji, dan petugas menguji sampel kakao yang diberikan eksportir berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk mendapatkan sertifikat. Pengujian kualitas yang diterapkan dalam BPSMB masih manual sehingga kemungkinan besar, petugas melakukan kesalahan karena kurang objektif. Selain itu petugas juga

memerlukan waktu yang relatif lama untuk mengetahui kualitasnya (Kristian, 2019).

Seperti yang diketahui, komputerisasi makin sering digunakan untuk mempermudah tugas-tugas yang dilakukan manusia, misalnya yang digunakan untuk mengidentifikasi mutu produk pertanian secara lebih efektif dan efisien. Salah satu contohnya adalah untuk mengklasifikasi kualitas biji kakao.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengklasifikasikan kualitas biji kakao, menggunakan salah satu arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yaitu Inception Resnet-V2 untuk mengklasifikasi biji kakao menjadi beberapa kelas. Inception Resnet-V2 adalah arsitektur pengembangan dari generasi sebelumnya, yaitu Inception Resnet-V1 yang telah memberikan hasil yang sangat baik pada lomba ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) 2015, dan pendahulunya GoogleNet yang merupakan pemenang pada ILSVRC 2014. Adapun dataset yang digunakan memiliki 6 kelas atau target uji. Kelas yang dimaksud diantaranya whole beans, bean fraction, fermented, broken beans, unfermented dan moldy beans.

II. PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa penelitian yang dijadikan pendukung dalam penelitian terkait adalah penelitian yang dilakukan oleh Armin Lawi dan Yudhi Adhitya mengusulkan “Classifying Physical Morphology of Cocoa Beans Digital Images using Multiclass Ensemble Least-Squares Support Vector Machine”. Pada penelitian ini citra biji kakao diolah menggunakan grayscale dan thresholding, kemudian edge Deteksi dilakukan dengan menggunakan kernel sobel untuk mendeteksi tepi citra. Tingkat akurasi diperoleh dari jumlah item data yang dikategorikan ke dalam kelas yang benar oleh model MELS-SVM. Tingkat akurasi menggunakan metode one to all pada dataset dengan tipe RBF(Radial Basis Function) menggunakan parameter $\sigma = 0,5$ menghasilkan 99,705% dengan empat klasifikasi kelas.[5]

Penelitian lain dengan judul “Implementasi Metode Backpropagation untuk Mengidentifikasi Jenis Biji Kakao yang Cacat Berdasarkan Bentuk Biji” yang diteliti oleh Nurmuslimah pada tahun 2016. Penelitian ini menggunakan metode Backpropagation dengan $\alpha = 0,6$, oleransi

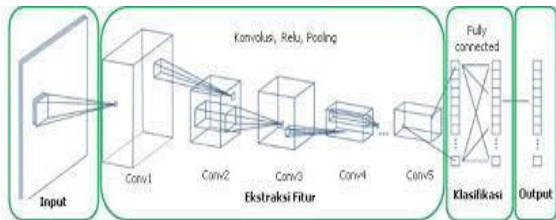
kesalahan = 0.0001, dan target = 0.9 menghasilkan sistem yang mempunyai tingkat akurasi sebesar (76%) dan mempunyai tingkat error/ kesalahan sebanyak (24%) dalam menentukan kualitas biji kakao.[6]

Penelitian dengan judul “Klasifikasi Kualitas Biji Kakao Menggunakan Metode Super Vector Machine (SVM) yang diteliti oleh Kristian dan Gusdu pada ahun 2019. Proses klasifikasi biji kako terbagi atas dua jenis biji kakao, yaitu biji kualitas baik dan biji kualitas buruk. Pada penelitian ini menggunakan 80 citra data awal dan 20 citra data uji. Setelah pengujian, dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa proses klasifikasi kualitas biji kako menggunakan SVM memiliki tingkat akurasi 82,5%.

III. DASAR TEORI

A. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) termasuk dalam jenis deep learning karena kedalaman jaringannya. Deep learning adalah cabang dari machine learning yang dapat mengajarkan komputer untuk melakukan pekerjaan selayaknya manusia, seperti komputer dapat belajar dari proses training (Deng & Yu, 2013). CNN merupakan operasi konvolusi yang menggabungkan beberapa lapisan pemrosesan, menggunakan beberapa elemen yang beroperasi secara paralel dan terinspirasi oleh sistem saraf biologis (Hu et al., 2015). Pada CNN setiap neuron dipresentasikan dalam bentuk 2 dimensi, sehingga metode ini cocok untuk pemrosesan dengan input berupa citra (Maggiore et al., 2016). Arsitektur jaringan dengan menggunakan CNN ditunjukkan pada Gambar 1.

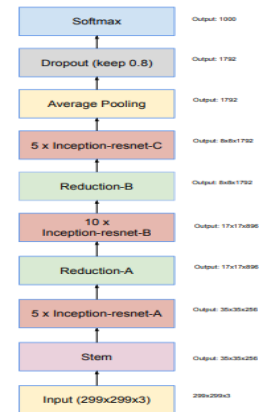


Gambar 1. Arsitektur CNN

Struktur CNN terdiri dari input, proses ekstraksi fitur, proses klasifikasi dan output. Proses ekstraksi dalam CNN terdiri dari beberapa lapisan tersembunyi atau hidden layer, yaitu lapisan konvolusi, fungsi aktivasi (ReLU), dan pooling. CNN bekerja secara hierarki, sehingga output pada lapisan konvolusi pertama digunakan sebagai input pada lapisan konvolusi selanjutnya. Pada proses klasifikasi terdiri dari fully-connected dan fungsi aktivasi (softmax) yang outputnya berupa hasil klasifikasi (Katole et al., 2015).

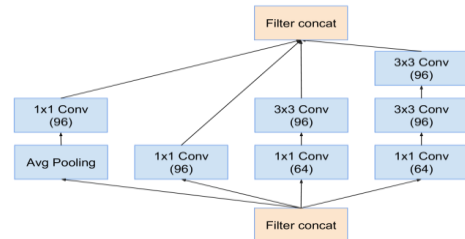
B. Inception Resnet-V2

Inception-ResNet-V2 adalah arsitektur CNN yang dibangun di atas keluarga arsitektur Inception tetapi menggabungkan koneksi residual (menggantikan tahap rangkaian filter dari arsitektur Inception).

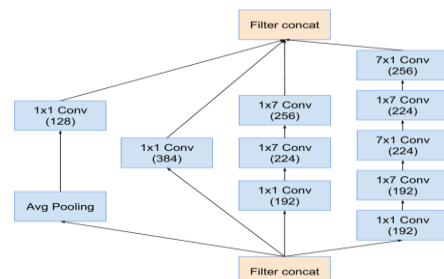


Gambar 2. Skema Inception Resnet-V2

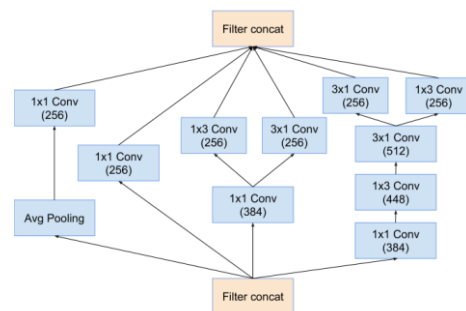
Inception Resnet-V2 dibagi menjadi 3 module, yaitu module A, B, dan C.



Gambar 3. Module A yang digunakan dalam Inception Resnet-V2

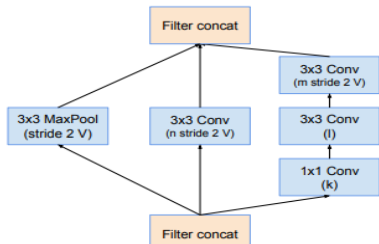


Gambar 4. Module B yang digunakan dalam Inception Resnet-V2

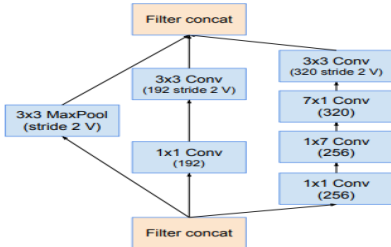


Gambar 5. Module C yang digunakan dalam Inception Resnet-V2

Inception Resnet-V2 memperkenalkan “Reduction Blocks” khusus yang digunakan untuk mengubah lebar dan tinggi grid.



Gambar 6. Reduction Block A (35×35 menjadi 17×17 size reduction)



Gambar 7. Reduction Block B (17×17 menjadi 8×8 size reduction).

C. Ukuran Kinerja

1. Confussion Matrix

Pada dasarnya *confusion matrix* memberikan informasi perbandingan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem (model) dengan hasil klasifikasi sebenarnya. *Confusion matrix* berbentuk tabel matriks yang menggambarkan kinerja model klasifikasi pada serangkaian data uji yang nilai sebenarnya diketahui.

		Actual Values	
		1 (Postive)	0 (Negative)
Predicted Values	1 (Postive)	TP (True Positive)	FP (False Positive) <i>Type I Error</i>
	0 (Negative)	FN (False Negative) <i>Type II Error</i>	TN (True Negative)

Gambar 8. Confussion Matrix

2. Akurasi dan Validation Accuracy

Akurasi digunakan untuk mengukur kinerja algoritma dengan cara yang dapat ditafsirkan. Akurasi suatu model biasanya ditentukan setelah parameter model dan dihitung dalam bentuk persentase. Sedangkan, *Validation Accuracy* adalah nilai akurasi di *test set* atau seberapa bagus prediksi model yang dibuat.

$$Akurasi = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN) * 100\%$$

3. Validation Loss dan Training Loss

Validation Loss adalah nilai *loss function* di *test set* atau data *testing*.. Sedangkan, *Training Loss* adalah nilai *loss function* di *training set*.

4. Precision

Precision merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif.

$$Precision = (TP / (TP + FP)) * 100\%$$

5. Recall

Recall merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar positif.

$$Recall = (TP / (TP + FN)) * 100\%$$

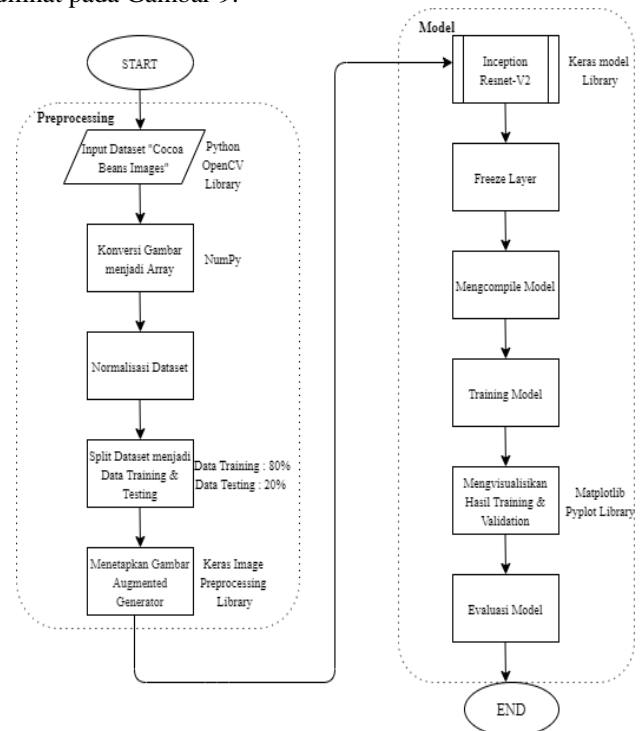
6. F1 Score

F1 Score merupakan perbandingan rata-rata presisi dan recall yang dibobotkan

$$F1\ Score = 2 * (Recall * Precision) / (Recall + Precision) * 100\%$$

IV. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan gambaran penelitian yang dilakukan dari awal hingga akhir, alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian


Pada Gambar 9 menjelaskan proses alur penelitian yang dimulai dari penginputan data. Lalu data gambar dikonversi menjadi array, kemudian dilakukan normalisasi dataset. Dataset yang sudah dinormalisasi dibagi menjadi *data*

training dan data testing. Selanjutnya membangun model dengan menggunakan salah satu arsitektur cnn, yaitu inception resnet-v2 untuk melakukan klasifikasi kualitas biji kakao. Jika model sudah dibangun, maka dilakukan training model dan evaluasi kinerja model.

A. Dataset

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah dataset “Cocoa Beans Images Dataset” yang didapatkan dari situs Kaggle.com yang dibuat oleh Khawaritzmi Abdallah Ahmad. Dataset terdiri dari 614 gambar biji kakao dengan format .JPG. Pada Tabel 1 adalah kelas, gambar, jumlah dan deskripsi dari kelas biji kakao.

Tabel 1. Data Kelas, Jumlah Gambar dan Deskripsi

Kelas	Gambar	Jumlah Data	Deskripsi
Bean Fraction Cocoa		100	kelas untuk pecahan biji kakao
Broken Beans Cocoa		100	kelas untuk biji kakao yang rusak
Fermented Cocoa		105	kelas untuk biji kakao yang berjamur
Moldy Cocoa		105	kelas untuk biji kakao yang difermentasi
Unfermented Cocoa		100	kelas untuk biji kakao yang tidak difermentasi
Whole Beans Cocoa		104	kelas untuk biji kakao yang utuh

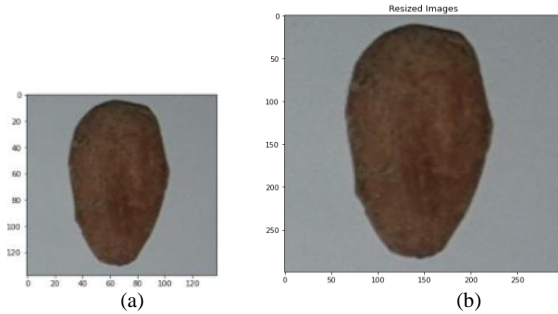
B. Preprocessing Data

Tahap persiapan atau preprocessing data adalah mengolah data asli agar siap digunakan pada model. Proses ini sangatlah penting, karena untuk dapat menggunakan CNN, maka raw data harus diubah sesuai dengan format yang dapat diterima oleh CNN.

1. Resize Image

Resize adalah proses untuk mengatur ulang ukuran gambar sehingga dapat disesuaikan dengan ukuran yang dapat dibaca oleh CNN. Pada penelitian ini, ukuran gambar yang digunakan adalah 256 x 256, oleh karena itu proses

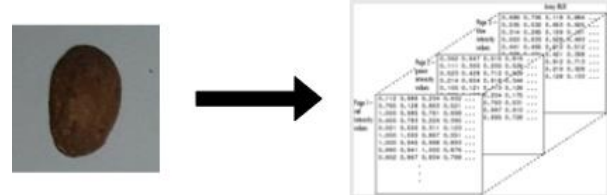
resize akan di set untuk menjadi gambar ukuran 256 x 256. Proses resize dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Citra yang telah melalui preprocessing (a) sebelum dilakukan resize, (b) setelah dilakukan resize

2. Mengubah Gambar Menjadi Array

Setiap gambar disimpan sebagai array yang mana setiap bilangan bulat adalah nilai hitam putih antara 0 dan 255, inklusif.



Gambar 11. Mengubah gambar menjadi array

3. Pembagian Dataset

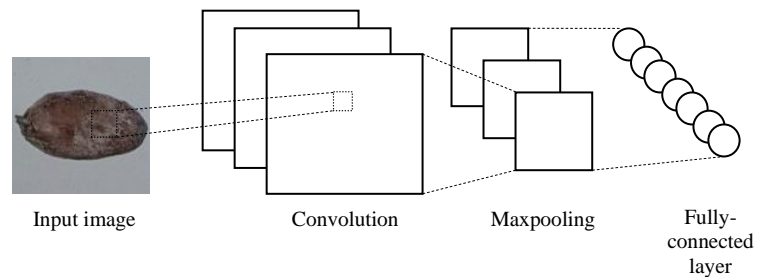
Dataset yang digunakan sebanyak 614 gambar yang terbagi menjadi enam kelas. Dari 614 gambar tersebut dibagi menjadi data train dan data testing masing - masing 80% data train dan 20% data testing.

Tabel 2. Tabel Pembagian Data

Kelompok Data	Jumlah Data
Train	491
Testing	123

C. Proses Klasifikasi

Proses klasifikasi pada arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) memiliki beberapa lapisan. Gambar 7 menjelaskan proses klasifikasi biji kakao.



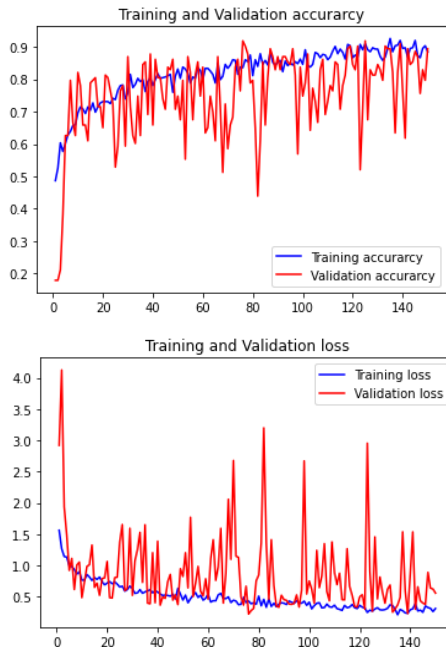
Gambar 12. Proses Klasifikasi

D. Augmentasi

Augmentasi merupakan suatu teknik yang berfungsi memberikan gambar biji kakao dapat diperbesar, diputar, diberi pencahayaan dan teknik augmentasi dapat menaikkan nilai akurasi model. Adapun parameter augmentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah `rotation_range = 25`, `zoom_range = 0.2`, `shear_range = 0.2`, `horizontal_flip = True`, `fill_mode = "nearest"`.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil *training* dan hasil *testing* dengan menggunakan 150 *epoch*, pada grafik akurasi dapat dilihat bahwa semakin lama *training* dilakukan maka akurasinya akan semakin meningkat, sedangkan untuk grafik *validation loss* semakin lama akurasinya akan semakin menurun. Sebagai hasil akhir, didapatkan akurasi sebesar 89%.



Gambar 13. Hasil dari klasifikasi model

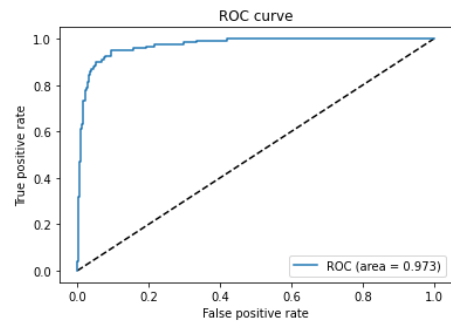
Gambar 13 menunjukkan grafik performa hasil akurasi dan loss dari arsitektur *Inception Resnet-V2*, dimana garis biru untuk *data training* dan warna merah untuk *data validation*. Hasil klasifikasi menunjukkan nilai akurasi dan *loss* pada *data training* dan *data validation* mengalami lonjakan naik turun yang stabil.

```
[ ] scores = model.evaluate(x_test, y_test)
print(f"Test Accuracy: {scores[1]*100}")

4/4 [=====] - 5s 1s/step - loss: 0.5551 - accuracy: 0.8943
Test Accuracy: 89.43089246749878
```

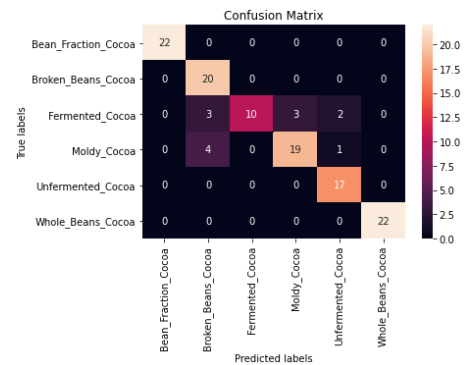
Gambar 14. Kinerja rata-rata waktu komputasi

Kinerja rata-rata waktu komputasi dalam mengklasifikasi data testing dari model yang telah diperoleh dari proses training adalah sebesar 5s 1s/step.



Gambar 15. Kurva ROC

Berdasarkan kurva roc dapat kita lihat bahwa model melakukan pekerjaan dengan sangat baik dalam membedakan nilai positif dan negatif, karena skor AUC-nya adalah 0,976.



Gambar 16. Confusion Matrix

Pada Gambar 16 merupakan hasil dari tabel *confusion matrix*. Berdasarkan tabel *confusion matrix* dapat dipahami bahwa terdapat 103 data yang diprediksi dengan tepat, dan terdapat 20 data yang salah diprediksi oleh model.

	precision	recall	f1-score	support
0	1.00	1.00	1.00	22
1	0.74	1.00	0.85	20
2	1.00	0.56	0.71	18
3	0.86	0.79	0.83	24
4	0.85	1.00	0.92	17
5	1.00	1.00	1.00	22
accuracy			0.89	123
macro avg	0.91	0.89	0.89	123
weighted avg	0.91	0.89	0.89	123

Gambar 17. Classification report

Pada Gambar 17 merupakan hasil evaluasi model menggunakan *classification_report*, dimana diperoleh akurasi model sebesar 83% dengan nilai *precision*, *recall*, dan *f1_score* tertinggi terdapat pada kelas *Whole_Beans_Cocoa* yaitu masing-masing sebesar 1,00 dan 1,00, dan 1,00.

VI. KESIMPULAN

Pada keseluruhan tahap penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa baik atau kurang baiknya kinerja model disebabkan oleh beberapa pengaruh seperti jumlah *layers*, memperbesar ukuran *kernel_size* pada *layer input*, ketepatan augmentasi data, kondisi data, serta keseimbangan data. Adapun yang menjadi penyebab model mengalami kesulitan dalam mengklasifikasikan data adalah kondisi data dalam satu kelas yang memiliki beberapa variasi, hal ini dikarenakan setiap kelas terdiri dari gabungan beberapa kategori sebelumnya. Menggunakan teknik augmentasi yang tepat sangat diperlukan untuk membantu menaikkan nilai akurasi. Jumlah dataset sangat berpengaruh dalam performa model yang dibangun, semakin banyak data yang diolah maka semakin tinggi akurasi model tersebut. Selain itu keseimbangan frekuensi data pada setiap kelas juga dapat mempengaruhi akurasi model. Dataset yang seimbang akan dapat meningkatkan akurasi model. Dapat dilihat bahwa model yang diusulkan pada klasifikasi kualitas biji kakao memperoleh akurasi sebesar 89%. dengan nilai *precision*, *recall*, dan *f1_score* tertinggi terdapat pada kelas *Whole_Beans_Cocoa* yaitu masing-masing sebesar 1,00, 1,00, dan 1,00

DAFTAR ACUAN

- [1] Szegedy, C., Ioffe, S., Vanhoucke, V., & Alemi, A. A. (2016, August). Inception-v4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning. In *Thirty-first AAAI conference on artificial intelligence*, doi: <https://www.aaai.org/ocs/index.php/AAAI/AAAI17/paper/viewFile/14806/14311>
- [2] Hasibuan, Abdul Muis, Rita Nurmalina, and Agus Wahyudi. "Analisis kebijakan pengembangan industri hilir kakao (suatu pendekatan sistem dinamis)." *Informatika pertanian* 21.2 (2016): 59-70.
- [3] M. A. Iqbal and K. H. Talukder, "Detection of Potato Disease Using Image Segmentation and Machine Learning," 2020 Int. Conf. Wirel. Commun. Signal Process. Networking, WiSPNET 2020, pp. 43–47, 2020, doi: 10.1109/WiSPNET48689.2020.9198563.
- [4] L. Deng, O. Abdel-Hamid and D. Yu, "A deep convolutional neural network using heterogeneous pooling for trading acoustic invariance with phonetic confusion," 2013 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Vancouver, BC, 2013, pp. 6669-6673.
- [5] Maggiori, Emmanuel, et al. "Convolutional neural networks for large-scale remote-sensing image classification." *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 55.2 (2016): 645-657.
- [6] Wu, Y., Qin, X., Pan, Y., & Yuan, C. (2019). Convolution Neural Network Based Transfer Learning For Classification Of Flowers. *2018 IEEE 3rd International Conference on Signal and Image Processing, ICSIP 2018*, 562.566.
- [7] J. Chen, J. Chen, D. Zhang, Y. Sun, and Y. A. Nanehkanan, "Using deep transfer learning for image-based plant disease identification," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 173, no. March, p. 105393, 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105393
- [8] R. Sharma, A. Singh, and V. Sharma, "Potato Leaf Diseases Identification using CNN," *J. Emerg. Technol. Innov. Res.*, vol. 5, no. 12, pp. 519–527, 2018.
- [9] F. F. Maulana and N. Rochmawati, "Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 01, no. 02, pp. 104–108, 2019, [Online]. Available: [jurnal.mahasiswa.unesa.ac.id › article](http://jurnal.mahasiswa.unesa.ac.id/article).
- [10] P. U. Rakhmawati, Y. M. Pranoto, and E. Setyati, "Klasifikasi Penyakit Daun Kentang Berdasarkan Fitur Tekstur Dan Fitur Warna Menggunakan Support Vector Machine," *Semin. Nas. Teknol. dan Rekayasa* 2018, pp. 1–8, 2018.
- [11] Wu, Y., Qin, X., Pan, Y., & Yuan, C. (2019). Convolution Neural Network Based Transfer Learning For Classification Of Flowers. *2018 IEEE 3rd International Conference on Signal and Image Processing, ICSIP 2018*, 562.566.