

KLASIFIKASI LAPISAN LILIN PADA BUAH APEL MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Dwi Okta Alvira ¹⁾, Rachmansyah ²⁾, Ricky Maulana Fajri ³⁾

Program Studi Sistem Komputer Universitas Indo Global Mandiri

JL. Jendral Sudirman No. 629 KM 4 Palembang

Email: 2019310063@students.uigm.ac.id ¹⁾, rachmansyah@uigm.ac.id ²⁾, rickymaulanafajri@uigm.ac.id ³⁾

Abstract—

Buah-buahan merupakan salah satu dari macam komoditas pada sektor pertanian yang sangat rentan akan pembusukan salah satunya adalah buah apel. Kualitas pada buah dapat dilihat dari berbagai faktor yaitu ukuran, warna, kondisi, tekstur, nilai nutrisi dan citarasa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara kualitas dari citra buah apel yang mengandung lapisan lilin dengan kualitas citra yang tidak mengandung lapisan lilin. Proses identifikasi lapisan lilin pada buah apel ini dapat dilakukan dengan menggunakan pengolahan citra digital atau yang sering dikenal Image Processing dengan melakukan proses ekstraksi citra menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan. Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik yang mirip dengan fungsi otak manusia dalam bentuk matematika dan menjalankan proses perhitungan secara paralel. Penelitian ini melakukan uji identifikasi citra menggunakan deep learning convolutional neural network, dengan menggunakan dua proses yaitu training dan testing untuk melakukan uji akurasi dengan menggunakan 200 data citra 100 citra buah apel dengan kandungan lilin dan 100 citra buah apel yang tidak terkandung lilin dan memiliki 100 data citra sebagai data testing 50 untuk yang terkandung apel dan 50 yang tidak terkandung lilin. Hasil yang telah didapatkan pada penelitian ini adalah akurasi 98% untuk proses training dan 97.50% untuk proses testing yang telah dilakukan menggunakan 10 epoch.
Kata Kunci: Buah Apel, Pengolahan Citra, CNN.

I. PENDAHULUAN

Buah-buahan merupakan salah satu dari berbagai macam komoditas sektor pertanian yang sangat rentan akan pembusukan. Secara umum kualitas buah dapat dilihat dari berbagai faktor penentu antara lain bentuk, ukuran, warna,

kondisi, tekstur, nilai nutrisi dan citarasa. Buah apel merupakan salah satu buah yang rentan akan terjadinya pembusukan oleh karena itu salah satu cara yang digunakan untuk menghindari dan membuat apel bertahan lebih lama adalah melakukan pengawetan dengan melapisi lilin. Lilin lebah adalah salah satu bahan yang paling umum digunakan dalam pengawetan buah

apel namun pengawetan cara ini memiliki resiko dikarenakan terkadang memiliki kandungan bahan kimia sehingga berbahaya bagi yang mengonsumsinya, cara yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi lapisan lilin terhadap buah apel adalah dengan pengolahan citra digital. Pengolahan Citra Digital (*Digital Image Processing*) adalah bidang ilmu yang membahas dan mempelajari tentang bagaimana suatu citra itu, diolah, dibentuk serta dianalisis sehingga dapat menghasilkan informasi yang mampu dipahami oleh manusia [1]. Secara umum pengolahan citra berarti suatu cara mengolah suatu citra menjadi citra lain yang lebih sempurna atau sesuai dengan yang diinginkan.

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu metode *deep learning* yang mampu melakukan proses pembelajaran mandiri untuk pengenalan objek, ekstraksi objek dan klasifikasi serta dapat diterapkan pada citra resolusi tinggi dan menerapkan proses ekstraksi ciri selama proses pelatihan[2].

Pada metode ini proses yang dilakukan adalah melakukan ekstraksi pada citra yang bertujuan untuk mengetahui lapisan lilin pada buah apel. Metode ini diterapkan karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam melakukan proses klasifikasi terhadap citra yang diuji. Berdasarkan permasalahan diatas maka penulis melakukan penelitian yang berjudul “Klasifikasi Lapisan Lilin pada Buah Apel menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode *Convolutional Neural Network*”.

Berdasarkan konteks yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menggunakan CNN untuk melakukan klasifikasi lapisan lilin pada buah apel?
2. Apakah CNN memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam proses klasifikasi lapisan lilin pada buah apel?

Tujuan penelitian para peneliti adalah:

1. Dapat mengetahui perbedaan antara kategori citra buah apel yang mengandung lapisan lilin atau tidak.
2. Dapat membangun sistem untuk klasifikasi lapisan lilin pada buah apel.

Pertama Dwi Okta Alvira mahasiswa Universitas Indo Global Mandiri Palembang, Indonesia. Dan telah Menyelesaikan Studi dengan Program studi Sistem Komputer dalam waktu 4 tahun (2019310063@students.uigm.ac.id).

Kedua Rachmansyah, M.Kom dosen Fakultas ilmu komputer program studi sistem komputer Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Indonesia. Gelar Master dari Universitas Indonesia. (e-mail: rachmansyah@uigm.ac.id)

Ketiga Ricky Maulana Fajri, S.Kom., M.Sc. dosen Fakultas ilmu komputer program studi sistem komputer Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Indonesia. Gelar Master dari University Of Technology Sydney. (e-mail: rickymaulanafajri@uigm.ac.id)

Manfaat penelitian dari peneliti adalah:

1. Memberi kemudahan dalam melakukan klasifikasi lapisan lilin pada buah apel dengan pengembangan keilmuan di bidang pengolahan citra gambar terhadap citra buah apel.
2. Untuk menambah kajian ilmiah dalam pengembangan pengolahan citra gambar dan pengenalan metode Convolutional Neural Network.
3. Hasil penelitian dapat dikembangkan untuk penelitian berikutnya.

II. PEMBAHASAN

A. Apel

Apel adalah salah satu jenis buah-buahan yang memiliki kandungan vitamin A, C yang tinggi dan kaya akan antioksidan yang bermanfaat untuk kesehatan yaitu mengurangi risiko kanker, diabetes bahkan penyakit jantung.

B. Pelapisan Lilin

Pelapisan lilin pada permukaan buah merupakan upaya yang digunakan agar dapat menghambat proses terjadinya penguapan air hal ini bertujuan agar dapat menghambat laju respirasi, memperlambat kelayuan, dan membuat kulit buah menjadi lebih mengkilap sehingga akan menambah daya tarik untuk konsumen. [3]

C. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan Citra Digital (Digital Image Processing) adalah disiplin ilmu yang mengkaji tentang teknik dalam mengolah citra, citra yang dimaksud adalah merupakan gambar diam (foto) atau gambar yang bergerak (seperti video yang direkam). Sedangkan arti digital adalah pengolahan citra atau gambar yang dilakukan dengan komputer secara digital. [4]

D. Machine Learning

Machine learning atau dikenal dengan pembelajaran mesin adalah ilmu komputer yang bisa bekerja tanpa diprogram secara eksplisit. Banyak peneliti berpikir bagaimana cara untuk membuat kemajuan menuju AI terhadap tingkat manusia. *Machine learning* ini merupakan kecerdasan buatan yang mempelajari bagaimana membuat data yang dibutuhkan untuk menerapkan teknik yang cepat dan kuat dalam menemukan masalah baru. *Machine learning* bergantung pada pola dan kesimpulan. Untuk mendapatkan pola dan kesimpulan tersebut, algoritma *machine learning* menghasilkan model matematika yang didasari dari data sampel yang sering disebut dengan *training data*. [5]

E. Jaringan Syaraf Tiruan

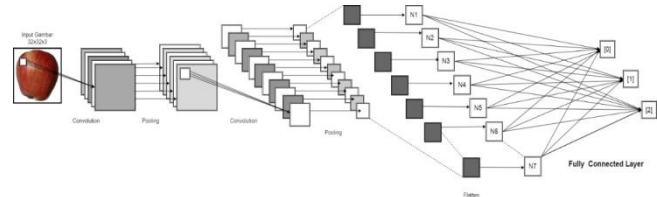
Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah representasi buatan dari otak manusia yang terus berusaha untuk mensimulasikan proses pembelajaran dalam otak manusia. Jaringan syaraf ini dioperasikan melalui program komputer, yang memiliki kemampuan untuk melakukan berbagai perhitungan saat belajar. Inilah alasan mengapa istilah "buatan" digunakan. [4]

F. Deep Learning

Deep Learning merupakan cabang ilmu *machine learning* berbasis Jaringan Syaraf Tiruan (JST) atau bisa dikatakan sebagai perkembangan dari JST. Dalam *Deep Learning*, sebuah komputer belajar mengklasifikasi secara langsung dari gambar atau suara. [6]

G. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network adalah pengembangan dari Multilayer Perceptron (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis Deep Neural Network karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. CNN terbukti berhasil melebihi metode Machine Learning lainnya diantaranya SVM pada kasus klasifikasi objek pada citra. [7]



Gambar 1. Arsitektur CNN Klasifikasi lapisan lilin

Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) didesain untuk melakukan olah data dua dimensi, CNN juga termasuk kedalam jenis *Deep Neural Network* dikarenakan kedalaman jaringan yang tinggi serta begitu banyaknya data yang diterapkan pada citra. [8]

Adapun agar lebih mudah untuk memahami arsitektur CNN diatas, dapat dijelaskan seperti berikut, sebelum gambar diinputkan, gambar akan melalui proses augmentasi dan mendapatkan hasil yang disebut variabel, kemudian variabel ini akan diinputkan ke dalam CNN, input citra yang digunakan berukuran $32 \times 32 \times 3$, Angka 3 tersebut menandakan chanel image yang merupakan grayscale. Setelah proses tersebut citra kemudian memasuki proses konvolusi, gambar akan dikalikan dengan kernel yang memiliki ukuran 3×3 dan 32 filter.

TABEL I
Confusion Matrix

	Actual Positive	Actual Negative
Predicted Positive	True Positive (TP)	False Positif (FP)
Predicted Negative	False Negative (FN)	True Negative (TN)

Dari tabel tersebut dapat dijelaskan,

1. True False (TP) adalah kelas yang dihasilkan dari prediksi pada klasifikasi positif dan kelas sebenarnya positif.
2. True Negative (TN) adalah kelas yang dihasilkan dari prediksi pada klasifikasi negatif padahal kelas sebenarnya positif.
3. False Positive (FP) adalah kelas yang dihasilkan dari prediksi pada klasifikasi negatif padahal kelas sebenarnya positif.
4. False Negative (FN) adalah kelas yang dihasilkan dari prediksi pada klasifikasi negatif dan sebenarnya kelas negatif.

H. Google Colaboratory

Google Colab, juga dikenal sebagai Google Colaboratory, adalah dokumen yang dapat dijalankan yang memungkinkan pengguna menyimpan, menulis, dan membagikan program yang telah ditulis melalui Google Drive. Pada dasarnya, program ini mirip dengan Jupyter Notebook gratis berbentuk *cloud* yang dapat digunakan dengan *browser* seperti Firefox

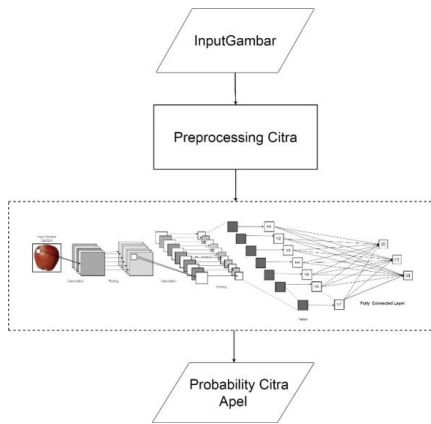
dan Chrome. Ini memungkinkan pengguna menjalankan kode Python tanpa perlu menjalankan proses instalasi dan pengaturan tambahan. Semua pengaturan dan perubahan akan diserahkan ke *cloud*.

I. Python

Python adalah salah satu bahasa pemrograman terbaik yang bersifat *interpreter*, interaktif, dan berorientasi objek yang dapat digunakan di hampir semua *platform*, seperti keluarga Linux, Windows, Mac, dan lainnya.

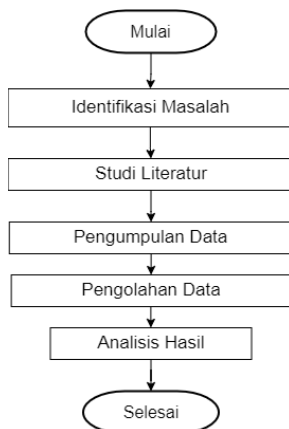
III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah cara penulis memahami pembahasan masalah dan pemecahan masalah dalam suatu sistem. Jurnal ini menjelaskan metodologi penelitian perancangan sistem dan metode penelitian yang digunakan oleh penulis.



Gambar 2. Desain Sistem

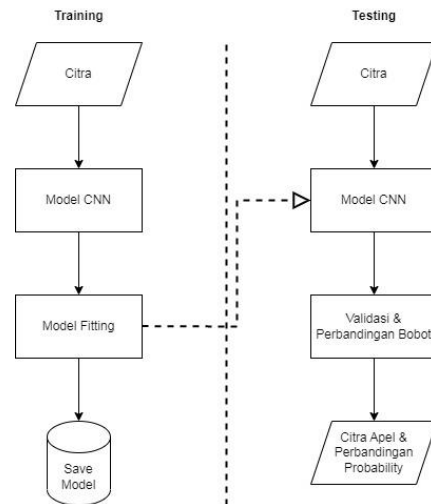
Dalam Gambar 2, ditampilkan desain sistem yang akan digunakan dalam sistem klasifikasi lapisan lilin pada buah apel dengan menggunakan CNN, dengan menggunakan google colab dan bahasa pemrograman python.



Gambar 3. Flowchart Kerangka Kerja Penelitian

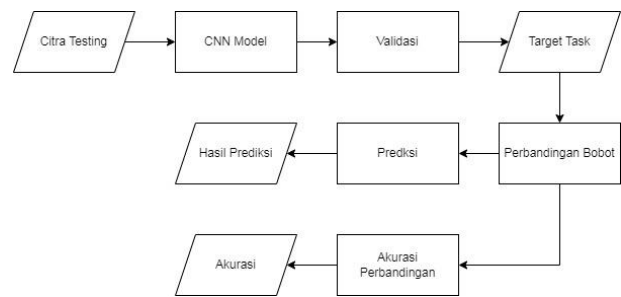
Pada Gambar 3 dilakukan tahapan Penelitian dimulai menjelaskan tentang kerangka alir penelitian yang akan disusun pada penelitian ini, mulai dari identifikasi masalah yang telah dibahas di bab satu pada bagian latar belakang bab ini menjelaskan tentang alasan penelitian ini dilakukan, studi literatur yang telah dijelaskan di bab dua yang menjelaskan tentang kajian pustaka yang terkait dengan penelitian ini,

pengumpulan data yang telah dilakukan, serta proses pengolahan data apakah data dapat diolah dengan baik berdasarkan proses penelitian, analisis hasil pada proses yang telah dilakukan, dan terakhir dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang telah didapatkan dari proses sebelumnya.



Gambar 4. Flowchart Proses Training dan Testing

Proses *training* Tahapan ini adalah tahap untuk melakukan pelatihan terhadap model CNN yang telah dibuat sehingga dapat memahami dan membedakan jenis buah apel dengan kandungan lilin atau tidak dengan baik. Jumlah citra yang digunakan dalam proses melakukan penelitian ini adalah 200 untuk data training dan 100 untuk data testing atau data validasi sehingga jumlah seluruh data citra adalah 300 citra. Proses *training* akan menggunakan 10 epoch serta variabel yang akan digunakan sebagai target *training* ini yaitu akurasi ≥ 0.999 dan *loss* ≤ 0.05 sedangkan *Testing* adalah terakhir pada proses pengolahan data, proses ini merupakan tahap untuk melakukan *testing* (pengujian). Proses ini dilakukan agar dapat mengetahui ketepatan identifikasi dengan melakukan penilaian pada indeks yang sebelumnya telah dihasilkan oleh model CNN seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 5. Output Klasifikasi

Setelah proses *training* sebelumnya model tersebut akan memasuki proses *testing* untuk menguji seberapa baik kinerja dari model yang telah dilatih sebelumnya. Kemudian hasil yang telah diperoleh akan dilakukan proses klasifikasi. dapat dilihat pada Gambar 5.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

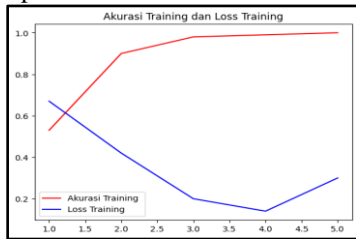
Jurnal ini akan menjelaskan lebih detail hasil pengujian klasifikasi lapisan lilin pada buah apel dengan CNN. Setelah itu, hasilnya akan divalidasi melalui beberapa tahapan untuk mengecek apakah pelaksanaannya sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

A. Hasil proses training

TABLE IV
HASIL PROSES TRAINING

Matriks		Predict Class	
		Lilin	Tanpa Lilin
Actual Class	Lilin	98	0
	Tanpa Lilin	2	100

Hasil proses *training* setelah dilakukan pengujian disajikan pada Tabel 4. Tabel tersebut menunjukkan 98 dari 100 teridentifikasi lapisan lilin dan 2 tidak teridentifikasi



Gambar 6. Grafik akurasi dan *loss* proses *training*

Dari tabeIdan grafik tersebut dapat diketahui bahwa akurasi dari proses *training* sebesar 98.0%. Nilai akurasi dan *loss* ini dapat dinyatakan pada grafik hasil proses *training* setelah berjalan 10 epoch dengan *tensorboard*.

Hasil dari perhitungan akurasi menggunakan *method model.evaluate()* ini mendapatkan nilai akurasi sebesar 97,50% dengan nilai *loss* sebesar 0.38. Dari perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa hasil dari proses testing ini lebih dari 80%. Sebagai penunjang dari proses menghitung akurasi pada proses *testing* sebelumnya dengan *method* setelah itu akan dilakukan proses *testing* satu persatu secara *realtime*. Adapun hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat seperti pada tabel berikut.

B. Hasil Test Realtime

TABLE V
HASIL TEST REALTIME

No	Gambar	Prediksi	Label	Hasil	Nilai
1		Lilin	Lilin	Akurat	0.08
2		Lilin	Tanpa Lilin	Tidak Akurat	0.99
3		Lilin	Lilin	Akurat	0.07
4		Lilin	Lilin	Akurat	0.04

No	Gambar	Prediksi	Label	Hasil	Nilai
6		Lilin	Tanpa Lilin	Tidak Akurat	0.97
7		Lilin	Lilin	Akurat	0.06
8		Lilin	Lilin	Akurat	0.03
9		Lilin	Lilin	Akurat	0.03
10		Lilin	Lilin	Akurat	0.02
11		Lilin	Lilin	Akurat	0.04
12		Lilin	Lilin	Akurat	0.04
13		Lilin	Lilin	Akurat	0.03

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai hasil prediksi secara *test realtime* dengan megujian citra secara satu-persatu terhadap kategori buah apel dengan lapisan lilin dan buah apel tanpa lilin, semakin tinggi nilai prediksi yang didapatkan maka hal tersebut menunjukkan hasil yang tidak akurat dan semakin rendah nilai prediksi yang dihasilkan maka hasil prediksi akan semakin akurat. Berdasarkan dari tabel hasil *test real time* yang telah ditampilkan diatas akan dilakukan proses selanjutnya yaitu memasukkan hasil dari proses *testing* setelah itu hasil tersebut akan ditampilkan dalam bentuk tabel prediksi atau *confusion matrix* seperti dibawah ini.

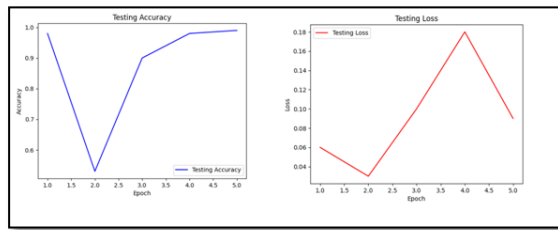
TABLE V
CONFUSION MATRIX TESTING

Matriks		Predict Class	
		Lilin	Tanpa Lilin
Actual Class	Lilin	17	3
	Tanpa Lilin	3	17

Berdasarkan tabel hasil prediksi diatas, maka hasil dari model terhadap data *testing* menunjukkan hasil yang amat baik. Pada kelas identifikasi lilin dari 20 kelas data yang diuji terdapat 3 prediksi yang tidak akurat.

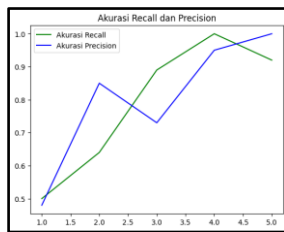
$$Accuracy (Akurasi) = \left[\frac{17}{20} \right] \times 100 = 85\%$$

Dari perhitungan tersebut hasil yang didapatkan dalam proses *testing* identifikasi lapisan lilin pada buah apel dengan CNN sebesar 85%. Hasil yang diperoleh dari perhitungan dengan *confusion matrix* ini tidak jauh berbeda dengan hasil yang telah diperoleh dari penggunaan *method*. Dari nilai yang telah diperoleh tersebut maka nilai akurasi dan *loss* dapat dinyatakan dalam bentuk grafik hasil seperti berikut ini.



Gambar 7. Grafik Akurasi dan *Loss Testing*

Selain grafik akurasi dan loss tersebut akan ditampilkan juga grafik dari recall dan precision.



Gambar 8. Grafik *Recall* dan *Precision*

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam proses untuk mengidentifikasi lapisan lilin pada buah apel menggunakan metode jaringan syaraf tiruan dengan *Convolutional Neural Network (CNN)* ini, dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan antara citra buah apel yang mengandung lapisan lilin dan buah apel yang tidak mengandung lapisan lilin hal ini dapat terlihat dari ciri citra buah apel itu sendiri yaitu, buah apel dengan kandungan lilin cenderung akan terlihat lebih bercahaya ataupun mengkilap sedangkan buah apel tanpa kandungan lilin tidak bercahaya ataupun tidak mengkilap perbedaan ini juga dapat ditunjukkan dari nilai akurasi dan nilai *loss* yang telah dihasilkan melalui proses *training* dan *testing*. Nilai akurasi yang didapatkan dari hasil penelitian dengan menggunakan method *compile* mendapatkan akurasi sebesar 97.50% serta *loss* sebesar 0.38 dan hasil *test realtime* dengan menggunakan perhitungan *confusion matrix* memuat hasil 85% hal ini menunjukkan bahwa model CNN ini sudah sangat bagus dalam melakukan proses klasifikasi lapisan lilin pada buah apel itu sendiri.
2. Sistem yang dibangun untuk identifikasi lapisan lilin pada buah apel telah terbukti efektif dan dapat digunakan untuk membedakan apakah buah apel memiliki lapisan lilin atau tidak dapat dilihat dari nilai akurasi yang telah dihasilkan pada proses testing yang telah dilakukan pada penelitian ini. Metode yang digunakan dalam sistem ini melibatkan analisis citra dan teknik pengolahan gambar untuk mengidentifikasi ciri-ciri visual yang khas dari lapisan lilin pada buah apel.

Dengan demikian, melalui penelitian ini, telah terbukti bahwa penggunaan metode CNN ini dapat menjadi alat yang efektif dalam mengidentifikasi perbedaan antara buah apel yang memiliki lapisan lilin dan yang tidak memiliki lapisan lilin. Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada

pemahaman lebih lanjut tentang kualitas dan karakteristik buah apel serta dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan sistem yang lebih lanjut dalam bidang klasifikasi lapisan lilin pada buah-buahan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rachmansyah dan Bapak Ricky Maulana Fajri, kepada seluruh dosen sistem komputer di Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, kepada diri saya sendiri yang selalu bisa diandalkan.

REFERENSI

- [1] D. I. Processing, "Pengolahan citra digital dan histogram dengan phyton dan text editor phycharm," vol. 11, no. 3, pp. 181–186, 2020.
- [2] D. F. Sari, D. Swanjaya, T. Informatika, F. Teknik, U. Nusantara, and P. Kediri, "Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Identifikasi Penyakit Daun Gambas," pp. 137–142, 2020.
- [3] K. Sa, B. Susilo, and R. Yulianingsih, "Pengaruh Pelapisan Lilin Lebah dan Pengemasan Terhadap Karakteristik Buah Mangga Apel (*Mangifera indica L.*) selama Penyimpanan pada Suhu Ruang The Influence of Bees Wax Coating and Packaging on the Characteristics of Apple Mango during the Storage Peri," vol. 3, no. 3, pp. 364–371, 2019.
- [4] I. I. Ridho, A. Agung, G. Bagus, and A. P. Windarto, "Optimasi Fungsi Pembelajaran Jaringan Saraf Tiruan dalam Meningkatkan Akurasi pada Prediksi Ekspor Kopi Menurut Negara Tujuan Utama," vol. 4, no. 4, 2023, doi: 10.47065/bits.v4i4.3240.
- [5] I. Syafii *et al.*, "PENYULUHAN SKRINING GIZI DASAR SECARA MANDIRI BERBASIS KECERDASAN BUATAN MACHINE LEARNING PADA SISWA SMA," vol. 6, pp. 172–178, 2023.
- [6] T. Purwaningsih, T. Nurhikmat, and P. B. Utami, "Image Classification of Golek Puppet Images using Convolutional Neural Networks Algorithm," vol. 11, no. 1, 2019.
- [7] H. A. Pratiwi, M. Cahyanti, and M. Lamsani, "Implementasi Deep Learning Flower Scanner Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," vol. 25, no. 1, pp. 124–130, 2021, doi: 10.46984/sebatik.v25i1.1297.
- [8] F. F. Maulana and N. Rochmawati, "Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network," vol. 01, pp. 104–108, 2019.



Dwi Okta Alvira, adalah mahasiswa di Universitas Indo Global Mandiri di Palembang. telah menyelesaikan masa studinya di program studi sistem komputer dalam waktu 4 tahun.

Rachmansyah, dosen di Universitas Indo Global Mandiri Palembang dan mengajar di program studi sistem komputer. Ia lulus S1 dari Universitas Putra Indonesia Yptk Padang, serta lulus S2 di Universitas Indonesia Depok.

Ricky Maulana Fajri, seorang dosen di Universitas Indo Global Mandiri Palembang dan mengajar di program studi sistem komputer. beliau lulus S1 di Universitas Bina Darma Palembang, serta lulus pendidikan tingkat S2 di University Of Technology Sydney dan sedang menempuh pendidikan S3 di Eindhoven University Of Technology.