**PEMANFAATAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* UNTUK KLASIFIKASI MUTU BUAH PISANG BERDASARKAN WARNA KULIT**

Muhammad Reza1) \*, Selamet Saputra2), Syechan Ahmad Zidan3)

1,2,3Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta Jl

Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta, 10510

\*Penulis korespondensi: 2019470055@ftumj.ac.id

**ABSTRAK**

Pisang merupakan buah yang disukai masyarakat Indonesia, akan tetapi menjadi masalah tersendiri ketika menentukan mutu buah pisang dengan cara menentukan dari warna kulit. Perubahan warna kulit pisang dapat dilihat dengan mata manusia akan tetapi memiliki beberapa kekurangan yaitu waktu. Oleh karena itu dibutuhkan sistem pakar dibidang kecerdasan buatan agar dapat memberikan solusi untuk menjawab persoalan yang efektif melalui data gambar warna kulit pisang, maka metode yang digunakan untuk klasifikasi mutu pisang berdasarkan warna kulit pisang adalah algoritma *Convolutional Neural Network.* Metode *Convolutional Neural Network* melakukan klasifikasi gambar warna kulit pisang apakah buah pisang tersebut masih segar atau sudah busuk. Data yang digunakan untuk melakukan pemrosesan citra gambar sebanyak 3048, yang kemudian dilakukan pengelompokkan 1.1581 data gambar pisang matang, 1467 data gambar pisang busuk, pada tahap pelatihan data gambar pisang yang digunakan hanya 2741 data, kemudian dilakukan pembagian data antara data *train* sebanyak 2437 data, data *validation* sebanyak 304 data, kemudian dilakukan pelatihan model yang menghasilkan akurasi *train* model sebesar 98%, lalu pada tahap pengujian menghasilkan hasil akurasi dengan 5 data sebesar 100%.

Kata-kata kunci*: Convolutional neural network*, Klasifikasi mutu pisang, Pisang, Warna kulit pisang.

**ABSTRACT**

*Bananas are a fruit that the people of Indonesia like, but it becomes a different problem when determining the quality of bananas by deciding the color of the skin. Changes in the color of banana peels can be seen with the human eye but have some drawbacks, namely time. Therefore, an expert system is needed in the field of artificial intelligence to provide solutions to answer problems effectively through image data of banana skin color, so the method used to classify banana quality based on banana peel color is the Convolutional Neural Network algorithm. The Convolutional Neural Network method classifies the banana skin color image whether the banana is fresh or rotten. The data used for image processing were 3048 images, which were then grouped into 11581 ripe banana image data, and 1467 rotten banana image data, at the training stage the banana image data used was only 2741 data, then the data was divided between the train data as many as 2437 data, data validation of 304 data, then model training was carried out which resulted in a train model accuracy of 98%, then at the testing stage it produced accuracy results with 5 data of 100%.*

*Keywords: Convolutional neural network, Banana quality classification, Banana, Banana skin color.*

**Pendahuluan**

Pisang atau *Musa Paradisiaca L* merupakan buah yang berasal dari Kawasan Asia tenggara dan disukai masyarakat Indonesia dan tumbuh banyak di Indonesia (Gurning, Puarada and Fuadi, 2021) (Zunaidi, Pane and Nasyuha, 2021) . Menurut data produksi pisang dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021 adalah 8.741.147 ton.

Buah pisang sangat banyak diproduksi di Indonesia untuk menentukan mutu buah pisang menjadi masalah tersendiri dengan memperhatikan faktor warna kulit pisang (Effendi and Hermawan, 2021). Perubahan warna yang terjadi pada kulit pisang dapat dibedakan menjadi dua warna, kulit pisang matang berwarna kuning dan kulit pisang busuk bewarna coklat kehitaman (Cahya, Pebrianto and M, 2021).

Pengetahuan sangat dibutuhkan agar menjawab persoalan melihat mutu pisang tidak dengan menggunakan manusia lagi, maka dibutuhkan sistem pakar adalah cabang dari ilmu kecerdasan buatan yang mengadopsi cara berfikir manusia dengan menggunakan algortima lalu dimasukkan kedalam komputer (Zunaidi, Pane and Nasyuha, 2021). Sistem pakar dapat dilakukan dengan membuat algortima kecerdasan buatan (Rifki Kosasih, 2021a).

Penelitian yang sudah dilakukan dengan untuk identifikasi mutu buah pisang dengan memanfaatkan gambar buah pisang, menurut Rifki kosasih metode ekstraksi *K Nearest Neighbor* melakukan ekstraksi citra gambar buah pisang berdasarkan warna kulit sebelum dimasukkan ke algoritma *K Nearest Neighbor* lalu menghasilkan hasil akurasi 88,89% (Rifki Kosasih, 2021b).

Penelitian yang dilakukan Effendi mendeteksi kematangan pisang berdarkan warna kulit menggunakan metode *Multi-Level Thresholding* dan *YCbCr* untuk mendeteksi kematangan buah pisang berdasarkan warna kulit menggunakan metode *Multi-Level Thresholding* dan *YCbCr* dengan mengubah gambar citra asli buah pisang menjadi *YCbCr* (Effendi and Hermawan, 2021)*.*

Penelitian menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk klasifikasi tingkat kematangan buah pisang metode ini dilakukan dengan 120 sampel data pisang yang dibagi menjadi 4 kelompok, 30 sampel pisang matang, 30 sampel pisang mengkal, 30 sampel pisang mentah dan 30 sampel pisang busuk. Menghasilkan tingkat akurasi sebesar 98,3% (Jusrawati, Ayu Futri, 2021).

Berdasarkan kajian penelitian yang sudah dipaparkan rata-rata menggunakan ekstraksi secara manual, maka diperlukan algoritma yang tidak perlu melakukan ekstraksi secara manual akan tetapi dapat diproses lebih cepat, maka peneliti menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network*  untuk melakukan klasifikasi mutu buah pisang berdasarkan warna kulit. *Convolutional Neural Network* adalah algoritma dari deep learning untuk mengolah data gambar(Yamashita *et al.*, 2018).

Algoritma *Convolutional Neural Network* digunakan karena peneliti sudah mengikuti kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) program studi *inpendent* yang diadakan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) bidang kecerdasan buatan. *Convolutional Neural Network* digunakan karena didalam algoritma tersebut tidak memperlukan ekstraksi manual(Bambang Pilu Hartato, 2021).

Peneliti memberikan ruang lingkup bahwa mutu buah pisang yang dilakukan klasifikasi berdasarkan warna kulit, yaitu warna kuning(matang), warna cokelat kehitaman(busuk). Penelitian menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* diharapkan dapat melakukan klasifikasi mutu buah pisang berdasarkan warna kulit, serta mengetahui tingkat akurasi untuk klasfikasi mutu buah pisang, lalu diharapkan secara tidak langsung penelitian ini dapat memberikan sudut pandang dalam hal alternatif untuk klasifikasi mutu buah pisang dengan cara modern.

**Metode**

Pada metode penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar yang gambar 1, ada tahap pengambilan data hingga tahapan prediksi yaitu menghasilkan tingkat mutu pisang, apakah menghasilkan pisang matang atau pisang busuk. Peneliti melihat dari kajian pustaka bagaimana tahap melakukan klasifikasi seperti penelitiaan klasifikasi tingkat kematangan buah pepaya (Alfian Firlansyah, Andi Baso Kaswar and Andi Akram Nur Risal, 2021), akan tetapi pada penelitian ini berbeda karena tidak melakukan klasifikasi dengan data buah pepaya, dilakukan ekstraksi secara manual, akan tetapi dilakukan dengan data gambar pisang lalu tidak diperlukan ekstraksi manual seperti dapat dilihat pada gambar 1.

Diagram

Description automatically generated

Gambar 1 Tahap proses klasifikasi.

Penelitian kali ini menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network*, yang arsitektur digunakan berdasarkan referensi dengan penelitian klasifikasi penyakit kulit menggunakan *Convolutional Neural Network* yang menggunakan 4 *convolution layer,*  4 *pool layer* lalu klasifikasi keluar dengan hasil tentang jenis penyakit kulit (Saputro, Junaidi and Saputra, 2022), kemudian peneliti mencari kajian pustaka tentang klasifikasi buah-buahan menggunakan *Convolutional Neural Network,* penelitian yang digunakan sebagai referensi pembuatan arsitektur yang digunakan penelitian klasifikasi citra buah dengan *Convolutional Neural Network* yang menggunakan 3 *convolution layer,* 3 *pool layer,*  lalu klasifikasi yang keluar yaitu 15 buah (Maulana and Rochmawati, 2020). Oleh karena itu peneliti hanya menggunakan 1 *conv layer,* 1 *max pool*, lalu menggunakan *rescale* sebagai penyeragaman input gambar yang acak. Yang dapat dilihat pada gambar 2.

A bunch of bananas

Description automatically generated

Buah pisang

Rescale

3x3

Conv 1, 16

Max pooling 1

Flatten

Fully Conected

Sigmoid

*Fresh* (Matang)

*Stale (busuk)*

Gambar 2. Arsitektur CNN yang digunakan (Maulana and Rochmawati, 2020).

Penjelasan yang dapat dilihat pada gambar 1 dirinci sebagai berikut:

1. Tahap mengambil data atau akuisi data ada dua cara yaitu mengambil citra gambar atau data gambar di website *Kaggle* (SHRIVASTAVA, Sohandani and Khatwani, 2021). Digunakan untuk melatih model *Convolutional Neural Network* *dan* foto digunakan sebagai data uji setelah melakukan pelatihan *Convolutional Neural Network*.
2. Tahap pengelompokkan data dilakukan pengelompokkan antara pisang busuk dan pisang matang.
3. Tahap *split data* adalah tahap membagi data menjadi data *training* dan data *test* (Chaibub Neto *et al.*, 2019). pembagian data dilakukan sebelum melatih dengan model *Convolutional Neural Network*.
4. Tahap model *Convolutional Neural Network* (CNN) adalah tahap melatih algoritma dengan data gambar yang sudah dikumpulkan pada tahap sebelumnya, serta arsitektur *Convolutional Neural Network* yang digunakan pada gambar 2.
5. Tahap klasifikasi dilakukan setelah tahap latih algoritma *Convolutional Neural Network* sehingga dapat melakukan klasifikasi pisang berdasarkan gambar warna kulit.

Tahap model arsitektur *Convolutional Neural Network* pada gambar 1dapat lebih detail pada gambar 2. Berdasarkan gambar 2 proses yaitu di input gambar sampai dengan klasifikasi yaitu:

1. Gambar buah disiapkan untuk diproses di tahap *Rescale.*
2. *Rescale* menjadi 256x256 agar nilai channel *Red Green Blue* (RGB) berskala [0,255] menjadi [0,1]. Ukuran citra diubah menjadi 256x256 piksel hal ini digunakan agar data inputan memiliki ukuran seragam.
3. *Convolution layers* adalah lapisan setelah *Rescale* pada proses ini citra gambar yang dimasukkan dilakukan *feature extraction* yang didalamnya terdapat operasi matriks atau *element-wise product* (Yamashita *et al.*, 2018). Serta setiap warna gambar dilakukan deteksi tepi (Sarvamangala and Kulkarni, 2022).
4. *Pool layer* layer teknik *feature extraction* pada metode ini laposan gambar dari hasil *convolution layers*, dilakukan *downsampling* teknik *downsampling*  yang digunakan dengan mencari nilai matriks terbesar disebut dengan *max pool* (Yamashita *et al.*, 2018).
5. *Flatten layer Flatten* adalah lapisan untuk mengubah data gambar yang dilatih menjadi *array* 1 (satu) dimensi (Hasan *et al.*, 2021)
6. *Fully Connected layer* adalah lapisan terakhir didalam *Convolutional Neural Network* (Tumewu, Setiabudi and Sugiarto, 2020).
7. *Sigmoid* pada tahap ini digunakan untuk binary *classification* 2 kelas yang menghasilkan keluaran antara 0 dan 1 (Sarvamangala and Kulkarni, 2022).

Untuk melihat contoh kalkulasi yang ada di *convolutional neural networks* dapat dilihat pada gambar 3, gambar 4, gambar 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Calendar  Description automatically generated | x | Calendar  Description automatically generated with low confidence |

Gambar 3. Kalkulasi *Convolutional layers*.

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa ada 2 matriks yang dimana matriks tersebut tidak dikali seperti perkalian matriks akan tetapi dihitung menggunakan rumus *dot product* dengan mengalikan matriks sebelah kiri sebagai *input* gambar sebelah kanan, *filter* atau *kernel* yang digunakan di gambar sebelah kanan menggunakan matriks 3x3 dan menghasilkan hasil matriks 3x3(Yamashita *et al.*, 2018) (Ponnada and Naga Srinivasu, 2019), setelah dilakukan konvolusi dilakukan tahap *pool layer*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Calendar  Description automatically generated with low confidence |  |  |

Gambar 4. Kalkulasi *pool layer (max pool).*

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa ada matriks dari hasil ektraksi kalkulasi *convolutional layers*, yang kemudian mencari nilai maksimal dari matriks yang sebelah kiri, yang menghasilkan *pool layer* matriks 2x2 (Ponnada and Naga Srinivasu, 2019).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Text  Description automatically generated with medium confidence |  | Text, logo  Description automatically generated with medium confidence |

Gambar 5. Kalkulasi *flatten layer.*

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa matriks dari hasil *pool layer* dilakukan *transformasi* menjadi vektor untuk dilakukan ke tahap selanjutnya yaitu tahap klasifikasi untuk prediksi hasil skor 1 atau 0 (Hasan *et al.*, 2021)

|  |
| --- |
|  |

Gambar 6. Rumus *Sigmoid.*

Pada gambar 6 setelah dilakukan *flatten* maka fungsi *sigmoid* dilakukan sebagai *binary classification* untuk menghasilkan angka skor 1 atau 0 (Wang *et al.*, 2020).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Pada rumus diatas (Maulana and Rochmawati, 2020). Adalah rumus akurasi untuk menghitung hasil akurasi pada saat melakukan testing menggunakan data uji.

**Hasil dan Pembahasan**

Pada penelitian ini proses sistem klasifikasi mutu buah pisang dibangun dengan 5 tahap, yaitu. **Tahap pertama** dimulai pengumpulan data di internet website kaggle menghasilkan data sebanyak 3048 data gambar pisang, lalu data foto pisang 5 data. **Tahap kedua** dilakukan pengelompokkan data antara data pisang matang dan data pisang busuk sebagimana berikut:

1. 1581 data gambar pisang matang (*website kaggle)*
2. 1467 data gambar pisang busuk (*website kaggle)*
3. 3 data gambar pisang matang (data foto)
4. 2 data gambar pisang busuk (data foto)

**Tahap ketiga** dari 3048 data hanya digunakan 2741 data gambar pisang yang sebagaimana berikut:

1. 1422 data gambar pisang matang
2. 1319 data gambar pisang busuk

Kemudian dilakukan *split data* yang membagi antara data gambar pisang menjadi data *training* sebanyak 2437 gambar sebagai berikut:

1. 1264 data gambar pisang matang
2. 1173 data gambar pisang busuk

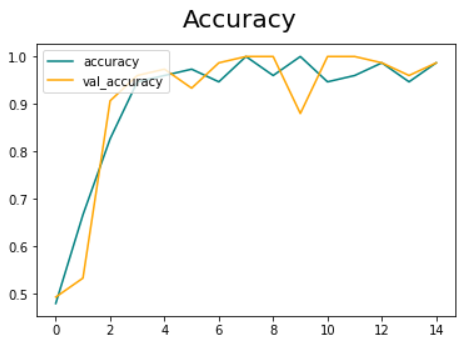
Pada pembagian ke data *validation* sebanyak 304 data gambar pisang sebagi berikut:

1. 158 data gambar pisang matang
2. 146 data gambar pisang matang

**Tahap kempat** yaitu, model Convolutional Neural Network yang dimana pada tahap ini dilakukan training atau pelatihan algoritma menggunakan data gambar pisang yang sudah di paparkan pada tahap sebelumnya, pada tahap ini dilakukan sebagaimana berikut:

1. Gambar pisang dimasukkan ke algoritma *Convolutional* *Neural Network* (CNN)*.*
2. Data gambar pisang dilakukan *rescale* agar inputan data yang diterima algoritma *Convolutional* *Neural Network* menjadi seragam.
3. Sesudah di *rescale* pada tahap ini dimulainya *convolution layer* atau lapisan ekstraksi, yang dimana data gambar diperiksa satu-satu dari segi piksel.
4. Sesudah tahap *convolution layer* dilakukan tahap *pool layer, pool layer* dilakukan untuk mengambil informasi atau hasil *pixel* yang sudah dilakukan ektraksi untuk di *downsampling* dengan cara mengambil *pixel* terbesar.
5. Tahap *flatten* dilakukan agar data dari hasil lapisan konvolusi, *pool layer* data yang semulanya *array* atau matriks baris kolom yang sangat banyak diubah menjadi *vektor.*
6. Tahap *fully connected layer* merupakan lapisan terakhir untuk melakukan pelatihan *Convolutional* *Neural Network* (CNN)*.*
7. Tahap *sigmoid* atau fungsi *sigmoid* diperlukan untuk klasifikasi hasil dari pemodelan atau pelatihan algoritma, yang menghasilkan pisang busuk atau pisang matang.

Sesudah dilakukan tahap pemodelan *Convolutional* *Neural Network* (CNN) yang telah dibuat pada gambar 2 menghasilkan akurasi dari pelaltihan yang dilakukan menggunakan data *training* dan data validasi lalu hasil dari pelatihan *Convolutional* *Neural Network* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 hasil akurasi

Pada gambar 7 terlihat bahwa data yang dilatih menggunakan *Convolutional Neural Network* tidak terjadi *overfitting*. Hal ini terjadi karena data validasi dan data akurasi mengalami peningkatan secara linier dan tidak ada yang berhenti di antarakeduanya, yaitu data akurasi dan data validasi, serta memberikan hasil akurasi yang Good karena menghasilkan 98% akurasi, ini artinya dapat melakukan prediksi 98% benar 2% kesalahan.

**Tahap kelima** dilakukan pengujian apakah menghasilkan pisang matang atau pisang busuk setelah tahap Convolutional Neural Network dan hasil akurasi model latih dilakukan, pengujian menggunakan data foto, yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Uji model dengan 5 data

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Data Asli | Citra asli | Prediksi | Benar | Salah | Akurasi |
| Pisang matang |  | Matang (*fresh)* | Benar | - | 100 % |
| Pisang busuk |  | Busuk (stale*)* | Benar | - | 100 % |
| Pisang matang |  | Matang (*fresh)* | Benar | - | 100 % |
| Pisang matang |  | Matang (*fresh)* | Benar | - | 100 % |
| Pisang busuk |  | Busuk (stale*)* | Benar | - | 100 % |

Pada tabel 1 dilakukan pengujian dengan 5 data, bahwa semua data yang diprediksi memiliki hasil akurasi 100% yang persamaan nya dapat dilihat pada (1). Berdasarkan hasil yang didapat maka dengan menggunakan *Convolutional Neural Network* dapat melakukan klasifikasi dan telah mencapai tujuan bahwa dapat digunakan untuk klasifikasi mutu buah pisang berdasarkan warna kulit.

Pada hasil pengujian yang telah dilakukan terdapat berbagai perbandingan hasil akurasi dari hasil kajian, sebagai berikut:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Judul penelitian | | Metode | Data | Hasil akurasi |
| 1. Klasifikasi Tingkat Kematangan Pisang Berdasarkan Ekstraksi   Fitur Tekstur dan Algoritme  KNN | * Ektraksi gambar * Klasifikasi menggunakan *K Nearest Neighbors* | | Gambar buah pisang | 88,89% |
| 1. Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarakan Kulit Menggunakan Metode Multi-Level Thresholding dan YcbCr | * Konversi citra gambar ke YcbcR * Ekstraksi komponen YcbcR * Dilakukan *Multi-Level Thresholding* | | Gambar buah pisang | Tidak ada hasil akurasi hanya perbedaan citra gambar yang dilakukan konversi |
|  |  | |  |  |
|  |  | |  |  |

Tabel 2 Perbandingan penelitian

Pada tabel 2 perbandingan kajian pustaka penelitian yang sudah dilakukan. Pertama menggunakan cara ekstraksi manual yang kemudian klasifikasi dengan *K Nearest Neighbors* menghasilkan hasil akurasi 88,89%. Penelitian kedua tidak ada hasil akurasi hanya perbedaan citra gambar asli buah pisang yang di konversi ke YcbCr kemudian dilakukan *thresshold* untuk membedakan mutu buah pisang. Berbeda dengan mengunakan *Convolutional Neural Network* pada tabel 1 yang dilakukan peneliti menghasilkan hasil akurasi 100%.

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian pada artikel ilmiah, dapat diperoleh sebagai berikut:

1. *Convolutional Neural Network* dapat digunakan untuk klasifikasi mutu pisang berdasarkan warna kulit
2. Klasifikasi mutu buah pisang menggunakan *Convolutional Neural Network* menggunakan 1 lapisan *convolution*, 1 *pool layer,* *fully connected layer* dan *dense.* Fungsi yang digunakan untuk klasifkasi adalah *relu* pada lapisan konvolusi dan *sigmoid* pada lapisan terakhir atau klasifikasi
3. Tingkat akurasi untuk melatih menggunakan data *training* sebesar 98% dan data *validation* sebesar 98%.
4. Tingkat akurasi untuk pengujian menggunakan 5 data uji menghasilkan 100%

**Kontribusi Penulis**

Kontribusi pada penelitian ini tidak lepas dari kerja sama dan bertukar pikiran akan tetapi dilakukan pembagian masing-masing tugas yang dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3 Kontribusi penulis

|  |  |
| --- | --- |
| **Nama Penulis** | **Kontribusi** |
| Muhammad Reza | 1. Membuat model klassifikasi gambar 2. Menulis pendahuluan 3. Memberikan Gagasan ide |
| Selamet Saputra | 1. Mencari data gambar pisang untuk diolah ke dalam model klasifikasi menggunakan algoritma cnn 2. Menambahkan pemaparan penulisan format |
| Syechan Achmad Zidan | 1. Membenarkan format tulisan sesuai aturan |

**Ucapan Terima Kasih**

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan adanya pihak dari Universitas Muhammadiyah Jakarta sebagai *reviewer*, kemudian kepada Belmawa DIKTI sebagai penyelenggara kegiatan pekan kreatif mahasiswa, lalu kontribusi penulis, doa kedua orangtua.

**Daftar Pustaka**

Alfian Firlansyah, Andi Baso Kaswar and Andi Akram Nur Risal (2021) ‘Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan JST’, *Techno Xplore : Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 6(2). Available at: https://doi.org/10.36805/technoxplore.v6i2.1438.

Bambang Pilu Hartato (2021) ‘Penerapan Convolutional Neural Network pada Citra Rontgen Paru-Paru untuk Deteksi SARS-CoV-2’, *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(4), pp. 747–759. Available at: https://doi.org/10.29207/resti.v5i4.3153.

Cahya, F.N., Pebrianto, R. and M, T.A. (2021) ‘Klasifikasi Buah Segar dan Busuk Menggunakan Ekstraksi Fitur Hu-Moment , Haralick dan Histogram’, *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, 6(1). Available at: https://doi.org/10.31294/ijcit.v6i1.10052.

Chaibub Neto, E. *et al.* (2019) ‘Detecting the impact of subject characteristics on machine learning-based diagnostic applications’, *npj Digital Medicine*, 2(1). Available at: https://doi.org/10.1038/s41746-019-0178-x.

Effendi, T.R. and Hermawan, A. (2021) ‘Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarakan Kulit Menggunakan Metode Multi-Level Thresholding dan YCbCr’, *J-ICOM - Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer*, 2(2), pp. 105–108. Available at: https://doi.org/10.33059/j-icom.v2i2.2947.

Gurning, R.N.S., Puarada, S.H. and Fuadi, M. (2021) ‘Pemanfaatan Limbah Pisang Menjadi Selai Pisang Sebagai Peningkatan Nilai Guna Pisang’, *E-Dimas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 12(1), pp. 106–111. Available at: https://doi.org/10.26877/e-dimas.v12i1.6395.

Hasan, M.D.K. *et al.* (2021) ‘Deep Learning Approaches for Detecting Pneumonia in COVID-19 Patients by Analyzing Chest X-Ray Images’, *Mathematical Problems in Engineering*, 2021. Available at: https://doi.org/10.1155/2021/9929274.

Jusrawati, Ayu Futri, A.B.K. (2021) ‘Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang Dalam Ruang Warna RGB Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)’, *Journal of Embedded System Security and Inteligent System*, 2(2), pp. 55–57. Available at: https://media.neliti.com/media/publications/408436-klasifikasi-tingkat-kematangan-buah-pisa-e436da44.pdf.

Maulana, F.F. and Rochmawati, N. (2020) ‘Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network’, *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, 1(02), pp. 104–108. Available at: https://doi.org/10.26740/jinacs.v1n02.p104-108.

Ponnada, V.T. and Naga Srinivasu, S. V. (2019) ‘Efficient CNN for lung cancer detection’, *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2), pp. 3499–3503. Available at: https://doi.org/10.35940/ijrte.B2921.078219.

Rifki Kosasih (2021a) ‘Klasifikasi Tingkat Kematangan Pisang Berdasarkan Ekstraksi Fitur Tekstur dan Algoritme KNN’, *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 10(4), pp. 383–388. Available at: https://doi.org/10.22146/jnteti.v10i4.462.

Rifki Kosasih (2021b) ‘Klasifikasi Tingkat Kematangan Pisang Berdasarkan Ekstraksi Fitur Tekstur dan Algoritme KNN’, *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 10(4). Available at: https://doi.org/10.22146/jnteti.v10i4.462.

Saputro, R.R., Junaidi, A. and Saputra, W.A. (2022) ‘Klasifikasi Penyakit Kanker Kulit Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Studi Kasus: Melanoma)’, *Journal of Dinda : Data Science, Information Technology, and Data Analytics*, 2(1). Available at: https://doi.org/10.20895/dinda.v2i1.349.

Sarvamangala, D.R. and Kulkarni, R. V. (2022) ‘Convolutional neural networks in medical image understanding: a survey’, *Evolutionary Intelligence*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. Available at: https://doi.org/10.1007/s12065-020-00540-3.

SHRIVASTAVA, A., Sohandani, R. and Khatwani, N. (2021) *Fresh and Stale Images of Fruits and Vegetables | Kaggle*, *kaggle*. Available at: https://www.kaggle.com/datasets/raghavrpotdar/fresh-and-stale-images-of-fruits-and-vegetables (Accessed: 13 February 2023).

Tumewu, S.F., Setiabudi, D.H. and Sugiarto, I. (2020) ‘Klasifikasi Motif Batik Menggunakan Metode Deep Convolutional Neural Network Dengan Data Augmentation’, *Jurnal Infra*, 8(2), pp. 189–194.

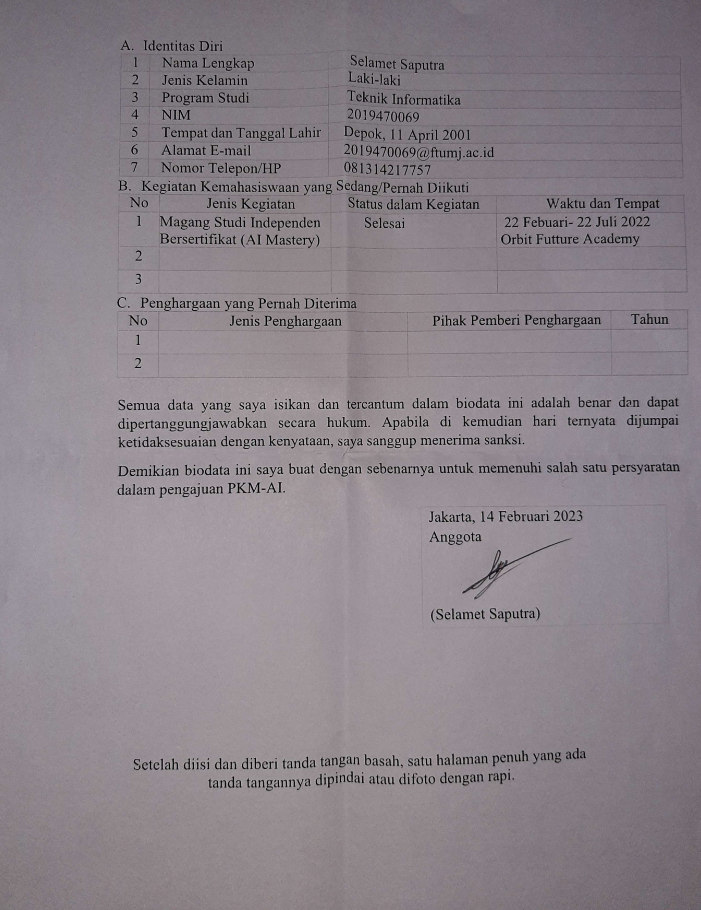
Wang, Y. *et al.* (2020) ‘The influence of the activation function in a convolution neural network model of facial expression recognition’, *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(5). Available at: https://doi.org/10.3390/app10051897.

Yamashita, R. *et al.* (2018) ‘Convolutional neural networks: an overview and application in radiology’, *Insights into Imaging*. Springer Verlag, pp. 611–629. Available at: https://doi.org/10.1007/s13244-018-0639-9.

Zunaidi, M., Pane, U.F.S.S. and Nasyuha, A.H. (2021) ‘Analisis Teorema Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Tanaman Pisang’, *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(4), p. 1302. Available at: https://doi.org/10.30865/mib.v5i4.3225.

A picture containing text, receipt, document

Description automatically generated



Text, letter

Description automatically generated.

### Table Description automatically generated

Table

Description automatically generated

Text, letter

Description automatically generated

### Lampiran 3. Kontribusi ketua, anggota, dan dosen pendamping

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Nama** | **Posisi Penulis** | **Bidang Ilmu** | **Kontribusi** |
| 1 | Muhammad Reza | Ketua | Teknik Informatika | Memberikan gagasan ide terkait pkm ai  Membuat model kecerdasan buatan  Menyusun pembagian data untuk dilakukan pelatihan model kecerdasan buatan |
| 2 | Selamet Saputra | Anggota | Teknik Informatia | Menyusun pendahuluan  Mencari data |
| 3 | Syechan Ahmad Zidan | Anggota | Teknik Informatika | Menyusun Lampiran |
| 4 | Rully Mujiastuti, S.Kom., M.MSI | Dosen pendamping | Teknik Informatika | Mengarahkan serta membimbing artikel yang dibuat, dan melakukan arahan bagian mana yang dilakukan revisi. |

Text, letter

Description automatically generated

Text, letter

Description automatically generated