

# KLASIFIKASI JENIS PISANG MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Gordianus Gampur<sup>1</sup>, I Wayan Ordiyasa, S. Kom., M.T<sup>2</sup>.

Sri Hasta Mulyani, S. Kom., M. Kom<sup>3</sup>

Jurusan Informatika, Universitas Respati Yogyakarta

Jl. Laksda Adisucipto KM.6,3, Ambarukmo, Caturtunggal,

Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta (55281)

[17220033@respati.ac.id](mailto:17220033@respati.ac.id)

[3wayanordi@respati.ac.id](mailto:wayanordi@respati.ac.id)

[2hasta@respati.ac.id](mailto:hasta@respati.ac.id)

**Abstrak** Pada zaman sekarang perkembangan teknologi begitu pesat yang memungkinkan semua hal dapat dilakukan dengan mudah dengan bantuan teknologi, terutama dalam mendeteksi jenis pisang. Di Indonesia terdapat berbagai jenis pisang yang memiliki bentuk dan tekstur yang hampir sama yang menyebabkan masyarakat masih sulit untuk membedakannya. Kesulitan yang dihadapi masyarakat dapat dibantu dengan perkembangan teknologi yang ada saat ini. Berdasarkan masalah di atas peneliti mengusulkan sebuah aplikasi klasifikasi jenis pisang menggunakan *Convolutional Neural Network* untuk mengklasifikasikan tiga jenis pisang seperti pisang nangka, pisang barangan dan pisang cavendish dengan melakukan proses pada model *Training* dan *Testing* kemudian diimplementasikan ke dalam bentuk aplikasi menggunakan *Android Studio*. Hasil penelitian ini berupa aplikasi klasifikasi jenis pisang menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network*. Aplikasi mendapatkan hasil akurasi di kisaran angka 60% - 70% dari tiga jenis pisang. Adapun hasil akurasi yang dihasilkan dari model *training* diperoleh 99,94% dan untuk *testing* diperoleh 86,56% akurasi.

**Kata kunci** : Pisang, *Convolutional Neural Network*, *Android Studio*

## I. PENDAHULUAN

Pisang merupakan buah yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Buah ini menjadi konsumsi sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan gizi harian. Indonesia memiliki kurang lebih 200 jenis pisang yang tersebar di seluruh penjuru pulau. [1]

Di dunia terdapat berbagai jenis pisang di antaranya, pisang bunga (*heliconia indica lamek*), pisang serap (*noe. Musa textiles*), pisang buah (*musa paradisiacal L*). Indonesia kaya akan berbagai jenis buah-buahan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan, salah satunya yaitu buah pisang. Pisang merupakan salah satu buah unggulan nasional yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena banyak mengandung sumber energi (karbohidrat), mineral, terutama kalium. Negara Indonesia memiliki banyak jenis pisang yang tumbuh di berbagai daerah, mulai dari pisang ambon, pisang cavendish, pisang kepok, pisang nangka, pisang susu, pisang raja, pisang Barangan dan pisang tanduk. Namun seringkali masyarakat sulit dalam mengenali jenis pisang karena warna, tekstur serta bentuk yang hampir sama. Akan tetapi, secara perlahan permasalahan itu dapat diatasi dengan teknologi yang sedang berkembang pesat saat ini. Pengenalan buah pisang dapat dilakukan dari pengalaman seseorang, dengan cara mengenali bentuk dan warna kulit saja, terkadang terdapat perbedaan persepsi dari masyarakat tentang penyeleksian buah pisang terhadap faktor komposisi warna,

bentuk, ukuran citra suatu objek berbeda-beda walaupun objek yang dilihat sama persis. Dengan banyaknya jenis pisang yang ada, membutuhkan biaya yang besar dalam penyeleksian pisang jika menggunakan kemampuan manusia. Apabila sebuah pabrik ingin mengolah pisang dalam skala besar maka biaya yang dibutuhkan untuk menerima karyawan untuk memperhatikan jenis pisang secara manual sangat besar. [2]

Banyaknya jenis pisang tersebut seringkali menyulitkan masyarakat dalam menentukan pilihannya sehingga banyak menghabiskan waktu. Adanya permasalahan itu timbul karena tidak mengetahui jenis pisang, tekstur dan warna pisang. Kebanyakan memiliki warna yang sama tetapi memiliki bentuk dan tekstur yang berbeda. Akan tetapi di era globalisasi sekarang ini, masalah seperti itu dapat diselesaikan dengan mudah. Perkembangan teknologi yang begitu pesat dapat memudahkan masyarakat Indonesia dalam menyelesaikan masalah kehidupannya sehari - hari dengan mudah. Dalam menyelesaikan permasalahan tersebut peneliti menggunakan 3 jenis data pisang yang ada di Indonesia yaitu, Pisang Cavendish, Pisang Nangka, Pisang Barangan. Peneliti memilih ketiga pisang ini karena memiliki ciri - ciri yang hampir sama dari segi tekstur, bentuk dan warna. Pisang ini juga banyak dikonsumsi masyarakat dan menjadi kebutuhan sehari - hari. Teknologi yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan di atas menggunakan teknologi *Deep Learning* dengan metode algoritma *Convolutional Neural Network*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Terkait dengan penelitian yang dilakukan, maka penelitian terdahulu menjadi sangat penting agar dapat diketahui hubungan antara penelitian yang dilakukan sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan pada saat ini, dan menghindari terjadinya suatu penjiplakan atau duplikasi dalam penelitian yang dilakukan tersebut, karena mempunyai arti penting sehingga dapat diketahui kontribusi penelitian ini terhadap perkembangan ilmu pengetahuan.

Indonesia mempunyai beragam jenis tanaman, buah yang dapat ditanam di berbagai daerah Indonesia. Contohnya buah Pisang mempunyai beragam jenis Pisang dan beberapa masyarakat kurang mengetahui jenis-jenis Pisang yang ada di Indonesia. Dengan kondisi itu maka kami akan melakukan suatu penelitian terkait mengklasifikasikan jenis Pisang berbasis komputer. Tujuan penelitian ini, yaitu mengidentifikasi atau mengklasifikasi jenis Pisang berdasarkan fitur citra (warna, tekstur, bentuk) dengan algoritma *Support Vector Machine* dan *K-Nearest Neighbor*. Data yang digunakan adalah citra Pisang total 399, yang diklasifikasi menjadi 7 jenis, Pisang ambon, Pisang kepok, Pisang susu, Pisang raja, Pisang mas, Pisang raja nangka, Pisang cavendish. Dari citra

Pisang diambil fitur warna nilai rata-rata RGB, standar deviasi RGB, skewness RGB, entropy RGB. Fitur tekstur nilai rata-rata citra *Grayscale*, standar deviasi *Grayscale*, dan *Gray Level co-occurrence matrix* (kontras, energi, korelasi, *homogeneity*). Serta fitur bentuk dari citra biner nilai area, perimeter, *Metric*, *Major Axis*, *Minor Axis*, *Eccentricity*. Hasil uji coba menunjukkan algoritma *Support Vector Machine* nilai akurasi mengklasifikasi jenis Pisang secara berturut-turut dari fitur warna, tekstur, bentuk adalah 41,67%, 33,3%, 8,3%. Dan hasil klasifikasi jenis Pisang dengan algoritma *K-Nearest Neighbor*, nilai K terbaik adalah 2 pada fitur warna 55,95%, fitur tekstur 58,33%, dan fitur bentuk 45,24%. [3]

Pada penelitian ini, dirancang suatu sistem yang bertujuan untuk membantu melakukan klasifikasi jenis pisang berdasarkan warna HSV. Proses ini diawali dengan melakukan segmentasi mengubah citra menjadi HSV. Proses berikutnya adalah ekstraksi ciri. Proses terakhir adalah klasifikasi dengan menggunakan metode *K-NN (K-Nearest Neighbor)*. Proses klasifikasi ini menentukan citra masuk ke dalam kelas jenis pisang. Data yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 100 pisang yang terdiri dari 50 pisang data *Testing* dan 50 pisang data *Training*. 50 pisang data *Training* terdiri dari kelas pisang ijo sebanyak 15 pisang, kelas sobo pipit sebanyak 10 pisang, kelas tandes sebanyak 5 pisang, kelas raja uli sebanyak 10 pisang dan kelas raja sebanyak 10 pisang yang mana data tersebut akan menjadi acuan nilai klasifikasi dan disimpan dalam *Database*. Akurasi yang didapatkan sebesar 82% dengan hasil Jumlah data sesuai sebanyak 41 pisang dan data yang tidak sesuai untuk kelas hijau sebanyak 9 pisang. [4]

Penelitian mengenai “Mendeteksi jenis dan kematangan pisang dengan menggunakan Metode *Extreme Learning Machine*.” Lokasi penelitiannya berada di Kebun Pisang Celak yang berada di Desa Celak, Kecamatan Cililin. Kebun pisang Celak salah satu tempat yang khusus bercocok tanam buah pisang. Pisang pada Kebun Pisang Celak ini beraneka ragam jenis. Permasalahan yang ditemukan adalah kurang tepatnya dan kurang pengetahuannya karyawan dalam membedakan jenis dan kematangan pisang terutama karyawan baru. Penelitian ini membuat aplikasi deteksi jenis pisang dan kematangan pisang menggunakan metode *Extreme Learning Machine*. Dataset pada penelitian ini merupakan gambar pisang dengan 9 jenis yaitu pisang ambon, pisang raja, pisang cavendish, pisang kirana, pisang barangan, pisang Nangka, pisang mas dan pisang kapok. Kematangan pisang pada penelitian ini yaitu tingkat mentah, matang dan terlalu matang. Program dibuat menggunakan *tensorflow python*. *Convolution Neural Network* diuji dan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 89%. Hasil dari penelitian ini yaitu aplikasi berbasis android untuk mendeteksi jenis pisang. [5]

Penelitian mengenai “Mengklasifikasikan buah Pisang menggunakan pengolahan Citra Digital dan *Support Vector Machine (SVM)*”. Buah Pisang memasok kebutuhan tidak hanya pasar dalam negeri, tetapi juga pasar internasional. Proses pengenalan aneka buah pisang pada umumnya dilakukan dengan dua cara yaitu pertama dilakukan secara manual oleh manusia untuk pengenalan buah pisang dan kedua menggunakan metode destruktif dengan cara pengambilan sampel. Permasalahan yang terjadi pada kedua proses tersebut yaitu memiliki biaya yang relatif besar dan kemungkinan terjadinya kesalahan pengamatan sangat besar. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat mengklasifikasikan buah pisang menggunakan pengolahan citra digital dan *Support Vector Machine (SVM)* yang diimplementasikan pada penelitian ini. Pemrosesan citra digital digunakan untuk mengekstraksi fitur bentuk dan tekstur buah

pisang, sedangkan *Support Vector Machine (SVM)* digunakan untuk klasifikasi buah pisang. Pada tahap pengujian menggunakan *cross validation* untuk 7 kelas pisang. Pada penelitian ini *Support Vector Machine (SVM)* mampu mengklasifikasikan jenis buah pisang pada citra dengan fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* dan *Histogram of Oriented Gradients (HOG)* pada iterasi 1 dengan akurasi keseluruhan sebesar 74,28% yaitu pada jenis buah pisang susu. [6]

*Deep Learning* adalah salah satu teknik pada *Machine Learning* yang memanfaatkan banyak *Layer* pengolahan informasi nonlinier untuk melakukan ekstraksi fitur, pengenalan pola, dan klasifikasi (Salsabila, 2018). *Deep Learning* digunakan untuk mengidentifikasi objek dalam gambar, mencocokkan item berita, mengubah ucapan menjadi kata, memilih hasil pencarian yang relevan, dan posting atau produk sesuai dengan minat pengguna. [7]

*Convolutional Neural Network (CNN)* adalah pengembangan dari *Multilayer Perceptron (MLP)* yang didesain untuk mengolah data dua dimensi (Jodiman Tua Marbun, 2017). Pada *Convolutional Neural Network (CNN)*, setiap neuron direpresentasikan dalam bentuk dua dimensi, tidak seperti *Multi Layer Perceptron* yang setiap neuron hanya berukuran satu dimensi. *Convolutional Neural Network* termasuk dalam *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. *Convolutional Neural Network* hampir sama dengan *Neural Network* pada umumnya yang memiliki neuron yang memiliki bobot dan bias. *Convolutional Neural Network* memiliki 1 tahap *Training (Supervised Backpropagation)*. [8]

Buah Pisang memasok kebutuhan tidak hanya pasar dalam Negeri, tetapi juga pasar Internasional. Proses pengenalan aneka buah pisang pada umumnya dilakukan dengan dua cara yaitu pertama dilakukan secara manual oleh manusia untuk pengenalan buah pisang dan kedua menggunakan metode destruktif dengan cara pengambilan sampel. Permasalahan yang terjadi pada kedua proses tersebut yaitu memiliki biaya yang relatif besar dan kemungkinan terjadinya kesalahan pengamatan sangat besar. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat mengklasifikasikan buah pisang menggunakan pengolahan citra digital dan *Convolutional Neural Network (CNN)* yang diimplementasikan pada penelitian ini. Pemrosesan citra digital digunakan untuk mengekstraksi fitur bentuk dan tekstur buah pisang, sedangkan *Convolutional Neural Network (CNN)* digunakan untuk klasifikasi buah pisang. Pada tahap pengujian ada tiga jenis pisang yang akan dijadikan sampel. [9]

Pisang Barangan adalah salah satu jenis pisang yang mudah dijumpai di Indonesia, karena merupakan pisang lokal yang berasal dari Medan Sumatera Utara. Ciri pisang barangan memiliki ukuran panjang sekitar 12-18 cm, daging buah berwarna agak *orange*, dan memiliki tanda bintik-bintik coklat pada kulit buahnya. Pisang barangan memiliki rasa yang manis dan daging buahnya tidak terlalu lembek. Untuk kandungan gizinya, pisang barangan dilengkapi dengan vitamin B, vitamin C, zat besi, kalsium, serat, dan nutrisi lainnya. Pisang barangan termasuk ke dalam pisang meja atau pisang yang bisa langsung dikonsumsi. Namun, pisang ini juga kerap digunakan sebagai bahan untuk membuat kue panggang.

Pisang Cavendish merupakan jenis pisang yang sering dijadikan buah meja. Pisang ini memiliki ciri buah yang panjang, dengar warna kulit kuning bersih, buah daging yang putih kekuningan dengan karakter rasa yang unik sebab terdapat rasa asam yang tidak dominan dalam rasa manisnya. [10]

Pisang nangka adalah hasil persilangan antara tumbuhan pisang dan nangka. Kulit pisang ini berwarna hijau dan tebal

dengan daging buahnya berwarna kuning kemerahan dan bertekstur cenderung kenyal. Pisang Nangka ini memiliki aroma yang harum dan tajam seperti buah nangka.

*Confusion Matrix* merupakan penentuan baik atau tidaknya performa suatu model klasifikasi, dapat dilihat dari parameter performanya, yaitu tingkat *Akurasi*, *Recall*, dan *Presisi* (Nurhikmat, 2018). Pada dasarnya *Confusion Matrix* mengandung informasi yang membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh model dengan hasil klasifikasi yang seharusnya. [11]

Berdasarkan nilai yang ada pada *confusion matrix* dapat digunakan untuk menghitung nilai *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F1 Score*.

1. *Accuracy* merupakan rasio prediksi benar (positif dan negatif) dengan keseluruhan data. Nilai *Accuracy* digunakan sebagai parameter sebagaimana akurat suatu model melakukan klasifikasi.
2. *Precision* merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif. *Precision* menggambarkan tingkat keakuratan antara data yang diminta dengan hasil prediksi yang diberikan oleh model.
3. *Recall* merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar positif. *Recall* menggambarkan keberhasilan model dalam menemukan kembali sebuah informasi.
4. *F1 Score* merupakan nilai rata-rata dari *Precision* dan *Recall*.

### III PEMBAHASAN

Cara kerja *Convolutional Neural Network* memanfaatkan proses konvolusi dengan menggerakkan sebuah *Kernel* konvolusi (filter) berukuran tertentu ke sebuah gambar, komputer mendapatkan informasi representatif baru dari hasil perkalian bagian gambar tersebut dengan filter yang digunakan. adalah sebuah arsitektur yang dapat dilatih dan terdiri dari beberapa tahap. Setiap tahap terdiri dari *Feature Learning* dan *Classification*. [12]

1. *Input*  
Menginput dataset dari Pisang Barangan, Pisang Cavendish dan Pisang Nangka.
2. *Convolutional + ReLU*  
*Convolutional + ReLU* merupakan sebuah proses konvolusi plus aktivasi yang digunakan untuk *Training* sebuah model. Konvolusi ini berfungsi untuk melakukan sebuah penjumlahan dari perkalian sebuah filter atau *Kernel*, dengan proses *Conv2D* untuk mengklasifikasikan gambar dengan memasukan nilai parameter filter 32.
3. *Pooling*  
*Pooling* yang biasa digunakan adalah *Max Pooling* dan *Average Pooling*. Tujuan dari penggunaan *Pooling Layer* adalah mengurangi dimensi dari *Feature Map* (*Downsampling*), sehingga mempercepat komputasi karena parameter yang harus *update* semakin sedikit dan mengatasi *Overfitting*.
4. *Fully Connected Layer*  
Setelah proses *Pooling* sebelumnya menghasilkan sebuah *Feature Map* maka selanjutnya akan dilakukan proses *Flattening* untuk menghasilkan sebuah *vector* agar dapat dijadikan input *Fully Connected Layer* dan menjadi *Output* klasifikasi pisang.

Pengumpulan dataset dilakukan dengan mengambil data di situs <https://www.kaggle.com/alviansyz/tensorflow-jenis-pisang-dataset> yang diambil ada tiga jenis yaitu pisang barangan, pisang nangka dan pisang cavendish. Sampel dataset yang diambil berjumlah 2203, sampel dengan label *barangan* berjumlah 722 sedangkan sampel dengan label *nangka* berjumlah 809, sampel dengan *cavendish* berjumlah 672. Dataset tersebut kemudian dibagi menjadi *training* 80% dan *testing* 20%. *Training* dataset digunakan untuk membuat model, sedangkan data *testing* digunakan untuk menguji performa atau akurasi dari model.

#### 1. Pisang Barangan

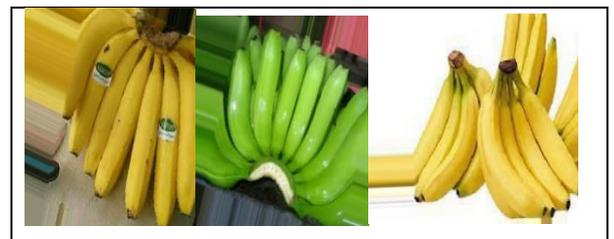
*Sample* gambar jenis pisang Barangan yang dijadikan proses *Training* atau pelatihan dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1 Sample Pisang Barangan

#### 2. Pisang Cavendish

*Sample* gambar jenis pisang Barangan yang dijadikan proses *Training* atau pelatihan dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 4.2 Sample Pisang Cavendish

#### 3. Pisang Nangka

*Sample* gambar jenis pisang Barangan yang dijadikan proses *Training* atau pelatihan dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 4.3 Sample pisang Nangka

#### 1. Accuracy

*Accuracy* atau tingkat pengenalan yang menyatakan presentase, data *Test Set* yang diklasifikasi benar oleh model

Accuracy	0,87
----------	------

2. *Precision* adalah ukuran kepastian, yaitu hasil persentase dari jumlah kelas data yang diklasifikasi dengan benar sesuai dengan jenisnya.

Pisang Barangan	0,99
Pisang Cavendish	0,86
Pisang Nangka	0,80

### 3. Recall

Recall menggambarkan keberhasilan model dalam menemukan kembali sebuah informasi.

Pisang Barangan	0,85
Pisang Cavendish	0,89
Pisang Nangka	0,88

### 4. F1-Score

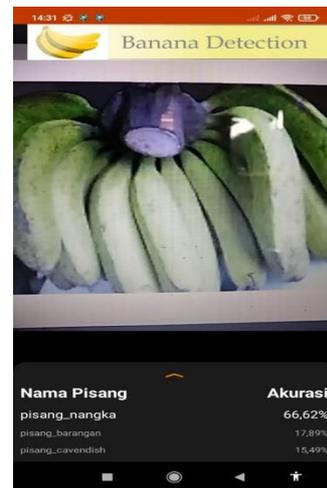
F1-Score merupakan perbandingan nilai rata-rata Precision dan Recall,

Pisang	0,92
Pisang Cavendish	0,88
Pisang Nangka	0,85

Untuk memastikan kebenaran dari perhitungan dari tabel Precision, Recall, dan F1-Score maka dicocokkan dengan tabel:

Jenis Pisang	Precision	Recall	F1-Score
Pisang Barangan		0,85	0,92
Pisang Cavendish		0,89	0,88
Pisang Nangka		0,88	0,85

Pengujian aplikasi atau disebut juga proses *Testing* adalah suatu langkah yang dilakukan untuk mengetahui seberapa baik kualitas hasil analisa dari rancangan model yang telah dibuat.



## IV KESIMPULAN

Untuk membuat rancangan dan analisa pada aplikasi klasifikasi jenis pisang menggunakan metode *Convolutional Neural Network*, maka dilakukan sebuah analisa terlebih dahulu untuk mempelajari dan mengevaluasi objek pisang berdasarkan tiga kategori seperti pisang barangan, pisang nangka dan pisang cavendish. Setelah itu dibuatkan sebuah rancangan teknis berdasarkan evaluasi dari objek pisang dari kategori tersebut menjadi sebuah aplikasi “*Klasifikasi Jenis Pisang Menggunakan Convolutional Neural Network*”.

Untuk membangun sebuah aplikasi klasifikasi jenis pisang menggunakan *Convolutional Neural Network*, digunakan sebuah objek pisang dengan tiga kategori seperti pisang barangan, pisang nangka dan pisang cavendish. Total gambar yang digunakan dari tiga kategori pisang sebanyak 2203 gambar, kemudian dibagi menjadi *Training* dan *Testing*. Dengan menggunakan *Kernel 3 x 3* serta *Optimizer adam* dan *Learning Rate* sebesar 0,0001 kemudian *Epoch 25*, ukuran *Batch Size 100* dengan fungsi aktivasi *ReLU* dan *Softmax*. Fungsi *loss* menggunakan *Categorical\_Crossentropy* berda

sarkan dataset yang dimiliki yaitu dataset multikelas. Dengan hasil akhir *Training* mendapatkan akurasi 99,94 persen dan *Testing* mendapatkan akurasi 86,56 persen.

Aplikasi yang dibuat telah dapat membedakan tiga jenis pisang yaitu pisang barangan, pisang nangka dan pisang cavendish.

## REFERENSI

- [1] Arifki, H. H., & Barliana, M. I. (2018). Karakteristik dan Manfaat Tumbuhan Pisang Di Indonesia: Review Artikel. *Farmaka*, 16(3).
- [2] Iklima, C. P., Nasir, M., & Hidayat, H. T. (2017). Klasifikasi Jenis Pisang Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN). *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer*, 1(1)
- [3] Yana, Y. E., & Nafi'iyah, N. (2021). Klasifikasi Jenis Pisang Berdasarkan Fitur Warna, Tekstur, Bentuk Citra Menggunakan SVM dan KNN. *Journal of Computer, Information System & Technology Management*, 4(1), 5.
- [4] Nafi'iyah, N. (2019, October). Sistem Klasifikasi Jenis Pisang Berdasarkan Ciri Warna HSV Menggunakan Metode K-NN. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENATIK)* (Vol. 2, No. 1, pp. 11-15).

- [5] Najiyah, I., & Hariyanti, I. (2020). DETEKSI JENIS DAN KEMATANGAN PISANG MENGGUNAKAN METODE EXTREME LEARNING MACHINE. *Jurnal Responsif: Riset Sains dan Informatika*, 2(2), 232-242.
- [6] HK Sanjaya, N Wijaya - Indonesian Journal of Computer Science, 2020
- [7] Hakim, R. F. (2018). PENERAPAN DEEP LEARNINGN MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI CITRA WAYANG PUNAKAWAN.
- [8] Mawan, R. (2020). Klasifikasi motif batik menggunakan Convolutional Neural Network. *JNANALOKA*, 45-50.
- [9] Sanjaya, H. K., & Wijaya, N. (2020). Klasifikasi Jenis Pisang Menggunakan Support Vector Machine dengan Fitur GLCM dan HOG. *Indonesian Journal of Computer Science*, 9(2), 129-143.
- [10] Shintia, B. (2019). *Analisis Keputusan Konsumen Terhadap Pembelian Pisang Cavendish (Musa Cavendishi) Di Brastagi Supermarket Medan* (Doctoral dissertation).
- [11] Nurhikmat, T. (2018). Implementasi deep learning untuk image classification menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) pada citra wayang golek.
- [12] Suhardin, I., Patombongi, A., & Islah, A. M. (2021). MENGIDENTIFIKASI JENIS TANAMAN BERDASARKAN CITRA DAUN MENGGUNAKAN AIGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK. *Simtek: jurnal sistem informasi dan teknik komputer*, 6(2), 100-108.