

METODE KLASIFIKASI ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) PADA PENYAKIT DAUN TEH

Arif Hidayat¹, Tati Ernawati²

Politeknik TEDC Bandung¹²

Jl. Pesantren, Cibabat, Kec. Cimahi Utara, Kota Cimahi, Jawa Barat 40513

E-mail : arifhidayataja61@gmail.com¹, tatiernawati@poltektedc.ac.id²

ABSTRAK

Teh adalah salah satu komoditas perkebunan yang memainkan peran penting dalam perekonomian Indonesia. Industri teh menghasilkan pendapatan, menyediakan lapangan kerja, dan mendorong pertumbuhan lokal. Penyakit pada daun teh adalah salah satu faktor yang menyebabkan produksi teh di Indonesia menurun. Penyakit *Alga Leaf* adalah penyakit yang sering terjadi pada daun teh selain itu ada juga *Antracnose* dan *Bird Eye*. Paparan patogen pada daun teh dapat menyebabkan penurunan hasil panen yang signifikan secara global. Mendeteksi penyakit pada daun teh pada tahap dini sangat penting untuk mengurangi kerugian hasil produksi. Metode deteksi menggunakan pengamatan visual mungkin kurang efektif dan tidak membantu dalam pengendalian penyakit dengan baik. *Deep learning* telah berhasil mengumpulkan dan menganalisis data dalam jumlah besar, memungkinkan diagnosis penyakit tanaman teh secara cepat dan tepat. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi penyakit daun teh dengan mengoptimalkan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) yang digunakan serta memperbaiki pengelolaan fitur. Metode penelitian yang dilakukan meliputi pengumpulan data, pre-processing data image, perancangan model CNN, akurasi klasifikasi, pengujian dan hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN berhasil mengklasifikasikan penyakit daun teh dengan tingkat akurasi, presisi, dan recall yang memuaskan. Penelitian ini berhasil mengindikasikan bahwa penggunaan algoritma CNN dalam klasifikasi penyakit daun teh, yaitu *Algal Leaf*, *Antracnose*, dan *Bird Eye Spot*, memiliki akurasi yang signifikan dengan pencapaian 79.36%.

Kata kunci: *Klasifikasi; Convolutional Neural Network; Penyakit Daun Teh; Deep Learning*

ABSTRACTS

Tea is one of the agricultural commodities that plays an important role in the Indonesian economy. The tea industry generates revenue, provides jobs, and drives local growth. Tea leaf disease is one of the factors that has caused tea production in Indonesia to decline. Algal leaf disease is a common disease in tea leaves, as well as anthracnose and bird eye. Exposure to pathogens in the tea leaf can cause significant declines in global yields. Detecting disease on tea leaves at an early stage is essential to reduce the loss of production yields. Detection methods using visual observation may be less effective and do not help in controlling the disease well. Deep learning has successfully collected and analyzed large amounts of data, enabling the diagnosis of tea plant diseases quickly and accurately. The research aims to improve the accuracy of tea leaf disease classification by optimizing the used Convolutional Neural Network (CNN) algorithms as well as improving feature management. The research methods carried out included data collection, image data pre-processing, CNN model design, accuracy classification, testing and results. The results showed that the CNN model managed to classify tea leaf disease with satisfactory levels of accuracy, precision, and recall. The study successfully indicated that the use of the CNN algorithm in the classification of tea leaf diseases, namely Algal Leaf, Anthracnose, and Bird Eye Spot, had significant accuracy with an achievement of 79.36%.

Keywords: *Classification; Convolutional Neural Network; Tea Leaf Disease; Deep Learning.*

1. PENDAHULUAN

Salah satu subsektor perkebunan yang sangat penting untuk ekonomi Indonesia salah satunya adalah teh. Industri teh membantu menghasilkan pendapatan

dan devisa, mempekerjakan orang, dan mengembangkan wilayah. Pada tahun 2020, dilaporkan produksi teh di Indonesia mencapai 144.063 ton, naik 10,96% dari tahun sebelumnya, menurut Direktorat Jenderal Perkebunan. Produksi teh Indonesia sangat besar, dengan 85% teh hitam tradisional dan 15% teh

hitam *Crush Tear Curl* (CTC). Produksi teh Indonesia telah diekspor ke 62 negara hingga saat ini, Malaysia (13,12%), Rusia (12,63%), dan Australia (10,32%) yang paling banyak. Ini menunjukkan bahwa Indonesia memiliki potensi untuk mengekspor teh ke seluruh dunia [1].

Berbagai upaya pengolahan dan implementasi yang dilakukan secara berkala seringkali menghadapi kendala yang mencegah mencapai target produksi yang diharapkan. Adanya penyakit pada daun teh adalah salah satu penyebab penurunan produksi teh di Indonesia. Salah satu penyakit daun teh yang paling umum adalah *alga leaf spot*, yang disebabkan oleh *alga Cephaleuros virescens*. *Salah satu penyakit daun teh yang paling umum adalah alga leaf spot*, ini terutama terjadi selama musim hujan Penyakit ini merupakan ancaman serius bagi kebun teh karena dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mengganggu fungsi daun yang sangat penting dalam proses budidaya. Penyakit lain yaitu *Antracnose* pada tanaman teh disebabkan oleh jamur *Colletotrichum sp* dan *Bird Eye Spot* [2].

Pesatnya perkembangan teknologi komputer mampu memecahkan berbagai permasalahan di bidang pertanian, salah satunya *deep learning*. *Deep learning* telah berhasil mengumpulkan kumpulan data yang besar dan dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit tanaman dengan cepat dan akurat. Supaya lebih mudah dilakukan pengelolaan persediaan bahan baku tersebut dapat menggunakan teknik data mining [3].

Data mining menggunakan teknik perangkat lunak untuk menganalisis data dan menemukan pola dalam kumpulan data tersembunyi. Memperoleh data yang ada, hubungan antar item dalam perdagangan produk percetakan dapat digali atau dianalisis dan diselidiki lebih lanjut [4]. Salah satu teknik *deep learning* yang populer dan efektif untuk klasifikasi daun teh adalah *Convolutional Neural Network (CNN)*. Algoritme jaringan saraf tiruan digunakan oleh CNN untuk mengolah data yang masuk melalui berbagai lapisan tersembunyi. Arsitektur yang terdiri dari lapisan konvolusi, pooling, dan lapisan terhubung penuh, CNN dapat mengekstraksi fitur-fitur penting dari gambar daun teh untuk digunakan dalam klasifikasi [5].

Metode klasifikasi daun teh GMB (1-11) diusulkan dalam penelitian Suherman menggunakan algoritma CNN dengan arsitektur dasar LeNet-5. Studi ini menghasilkan hasil yang lebih dari 90% akurasi, dengan optimizer Adam (learning rate 0.001) dan skor F1 sebesar 94% pada epoch 13 [6]. Studi lain yang dilakukan oleh Komariyah bertujuan untuk mengklasifikasikan tiga jenis kualitas teh secara otomatis menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). Penelitian ini menggunakan dua jenis CNN yang telah dilatih sebelumnya, AlexNet dan ResNet50. Hasil analisis menunjukkan bahwa tiga model CNN terbaik memiliki akurasi pelatihan dan validasi sebesar

100% [7].

Dari hasil penelitian sebelumnya yang telah dibahas, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas daun teh dengan melakukan pengklasifikasian penyakit yang mungkin terjadi pada daun teh itu sendiri. Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya yang telah dijelaskan, perbedaan tersebut terfokus dalam pendekatan yang digunakan dan tujuan akhir yang ingin dicapai. Penelitian sebelumnya lebih berfokus pada klasifikasi mutu teh secara umum dan menggunakan model dasar atau pre-trained network seperti LeNet-5, AlexNet, dan ResNet50. Sedangkan penelitian ini berfokus secara spesifik pada klasifikasi penyakit daun teh untuk meningkatkan kualitas produksi dengan menggunakan metode CNN yang dioptimalkan serta pengelolaan fitur yang lebih efektif. Penelitian ini juga mengutamakan peningkatan akurasi dan keandalan model dalam mendeteksi penyakit daun teh, sehingga dapat memberikan solusi praktis bagi petani dalam mengelola dan meningkatkan kualitas hasil panen mereka.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Menentukan Masalah

Sebelum melaksanakan penelitian tahap pertama yang berfokus pada identifikasi masalah dalam klasifikasi penyakit daun teh, perlu dilakukan evaluasi terhadap akurasi algoritma CNN yang saat ini digunakan. Hal ini bertujuan untuk menemukan potensi peningkatan dan pengoptimalan pengelolaan fitur dalam klasifikasi penyakit daun teh, sehingga dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat dan andal.

2.2. Menentukan Tujuan dan Ruang Lingkup

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi penyakit daun teh dengan mengoptimalkan algoritma CNN serta memperbaiki pengelolaan fitur. Ruang lingkup penelitian mencakup evaluasi akurasi algoritma CNN saat ini, identifikasi kelemahan, eksplorasi metode pengoptimalan algoritma, penelusuran pengelolaan fitur yang lebih efektif, dan implementasi serta validasi pendekatan yang diusulkan. Dengan fokus pada langkah-langkah ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengaruh yang mempunyai dampak besar dalam meningkatkan klasifikasi penyakit daun teh secara praktis dan teoritis.

2.3. Mencari Litelature

Mencari Litelature atau tujauan Pustaka untuk mendukung kerangka pemahaman yang berkaitan dengan data mining, Algoritma *convolutional neural network*, Data yang dikumpulkan Penulis melalui metode penelitian adalah.

1. Konsep *data mining*
2. Penyakit Daun Teh
3. Algoritma *convolutional neural network*
4. Pengelolaan citra

5. Hasil penelitian terkait

2.4. Pegumpulan Data

Proses pengumpulan data merupakan langkah penting dalam sebuah penelitian, dimana peneliti memperoleh data yang diperlukan untuk keperluan penelitian. Tanpa data yang memadai, hasil penelitian tidak akan dapat dihasilkan. Dalam penelitian ini, penulis menerapkan metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber yang terkait dengan penelitian [8]. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dataset yang tersedia di platform (kaggle.com/datasets/shashwatwork/identifying-disease-in-tea-leafs/data).

2. Data Sekunder

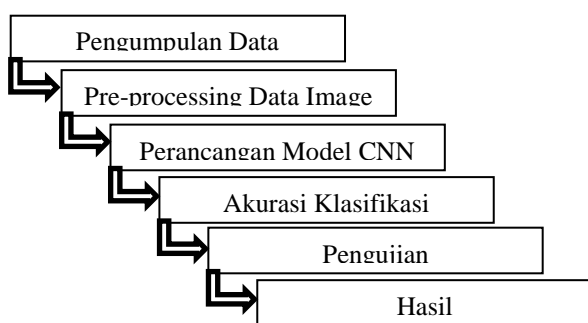
Data sekunder merujuk kepada informasi yang diperoleh melalui pihak kedua yang mengolah data untuk orang lain [9]. Dalam penelitian ini, data sekunder mencakup jurnal, makalah, artikel yang berkaitan dengan data mining, Algoritma CNN, Klasifikasi Penyakit Daun teh, serta data-data terkait penelitian.

3. Observasi

Observasi merupakan cara untuk mengumpulkan data secara langsung atau tatap muka, seperti mengumpulkan informasi, dan melakukan wawancara, baik secara langsung maupun melalui media tertentu [10].

2.5. Metode Yang Digunakan

Pada tahapan ini akan menjelaskan tentang proses dalam pengelilah data pada penelitian kali ini yang tergambar melalui gambar 2.5.1.



Gambar 2.5.1. Metode yang digunakan

Tahap pertama dalam penelitian ini mengumpulkan data gambar dengan kelas *Algal Leaf*, *Antracnose* dan *Bird Eye Spot*. Selanjutnya data gambar tersebut dilakukan *Pre-processing* seperti labeling untuk menentukan kelas *Algal Leaf*, *Antracnose*, *Bird Eye Spot*. Selanjutnya setelah di lakukan labeling data diolah menggunakan Algoritma CNN dengan menggunakan *Jupyter Notebook*. CNN, algoritma *deep learning* yang dikembangkan dari *Multilayer*

Perceptron (MLP), berfungsi untuk mengolah data dua dimensi, seperti suara atau gambar. CNN digunakan untuk mengklasifikasi data yang terlabel. Metode pengajaran supervisi bekerja dengan data yang dilatih dan variabel yang ditargetkan, sehingga tujuan dari metode ini adalah untuk mengelompokkan data yang sudah ada. Model yang telah dikembangkan akan diuji menggunakan dataset yang tersedia untuk memastikan bahwa prosesnya telah berjalan dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keakuratan model dalam memprediksi suatu data dengan memperhatikan tingkat akurasi, presisi, *recall*, dan hasil dari klasifikasi penyakit teh *Algal Leaf*, *Antracnose*, *Bird Eye Spot*.

2.6. Proses dan Hasil Penelitian

Penelitian ini mencakup beberapa tahapan penting dalam pengembangan sistem klasifikasi penyakit pada daun teh menggunakan algoritma CNN. Pertama, gambar-gambar penyakit daun teh yang telah diberi label dengan kategori *Algal Leaf*, *Antracnose*, dan *Bird Eye Spot* dikumpulkan dari Kaggle. Selanjutnya, dilakukan pra-pemrosesan data, termasuk proses pelabelan untuk menentukan kelas *Algal Leaf*, *Antracnose*, dan *Bird Eye Spot*. Langkah berikutnya adalah penerapan algoritma CNN menggunakan *Jupyter Notebook* untuk mengolah data gambar tersebut. Setelah itu, model CNN yang telah dibangun diuji dengan dataset uji yang berbeda untuk mengevaluasi akurasi, presisi, dan *recall*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN berhasil mengklasifikasikan penyakit daun teh dengan tingkat akurasi, presisi, dan *recall* yang memuaskan. Implikasinya, penerapan model CNN dalam identifikasi penyakit daun teh memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam penilaian kualitas teh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data set terdiri dari 3 kelas yaitu *Algal Leaf*, *Antracnose*, dan *Bird Eye Spot* terdapat dalam gambar 3.1., 3.2. dan 3.3.



Gambar 3.1. *Algal Leaf*



Gambar 3.2. *Antracnose*



Gambar 3.3 Bird Eye Spot

Dari data gambar yang disajikan di atas, langkah awal dalam mempersiapkan data adalah melakukan pre-processing melalui proses labeling sebelum data diproses menggunakan algoritma CNN. Proses ini dimulai dengan mengumpulkan gambar-gambar yang menunjukkan penyakit daun teh. Setiap gambar diberi label yang sesuai dengan jenis penyakitnya, seperti *Algal Leaf*, *Antracnose*, dan *Bird Eye Spot*. Melalui *pre-processing* ini, proses labeling memastikan bahwa data yang digunakan untuk melatih model memiliki kualitas yang baik dan siap untuk digunakan dalam proses klasifikasi. Detail label dapat ditemukan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Data Penyakit Daun Teh

Kelas	Gambar 1	Gambar 2	Gambar 3
1. <i>Algal Leaf</i>			
2. <i>Antracnose</i>			
3. <i>Bird Eye Spot</i>			

3.1. Hasil Pengujian Pada Jupyter Notebook

Hasil pengujian model klasifikasi menggunakan metode CNN telah dilakukan dalam *Jupyter Notebook*. Pengujian ini melibatkan tiga kategori pada dataset gambar penyakit daun teh, yaitu '*Bird Eye Spot*', '*Antracnose*' dan '*Algal Leaf*'. Dataset ini terdiri dari sejumlah gambar untuk setiap kategori, yang digunakan baik untuk pelatihan maupun pengujian model.

3.2. Hasil Klasifikasi Teh Menggunakan Alfortima CNN

Sebelum memulai proses pelatihan model, dilakukan visualisasi dari beberapa contoh gambar dari setiap kategori untuk memastikan bahwa dataset sudah

benar. Jadi hasil dari kategori dari 3 klasifikasi penyakit daun teh menggunakan algoritma CNN (Gambar 3.2.1.)



Gambar 3.2.1 Hasil Kategori Penyakit Daun Teh

3.3. Pelatihan Model

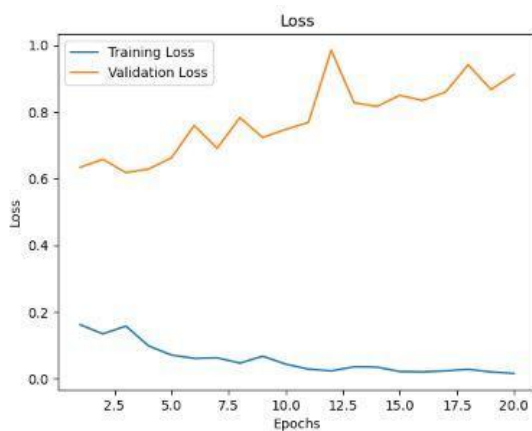
Model CNN dibangun dengan beberapa lapisan konvolusi dan pooling yang diikuti oleh lapisan dense. Dataset dipisahkan menjadi dataset pelatihan dan dataset pengujian dengan perbandingan 80 banding 20. Proses pelatihan dilakukan selama 20 epoch dengan batch size sebesar 32 (Gambar 3.3.1).

```

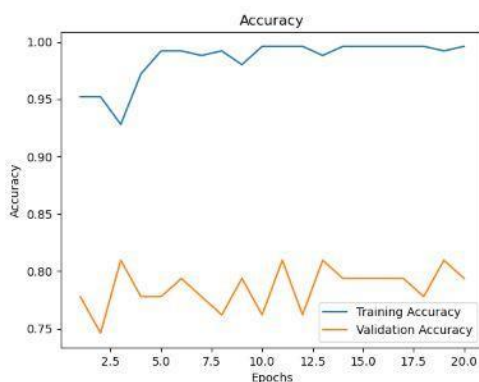
Epoch 1/20 ----- 2s 200ms/step - accuracy: 0.9367 - loss: 0.1655 - val_accuracy: 0.7778 - val_loss: 0.6336
8/8 -----
Epoch 2/20 ----- 2s 191ms/step - accuracy: 0.9343 - loss: 0.1495 - val_accuracy: 0.7468 - val_loss: 0.6571
8/8 -----
Epoch 3/20 ----- 1s 167ms/step - accuracy: 0.9282 - loss: 0.1669 - val_accuracy: 0.8095 - val_loss: 0.6175
8/8 -----
Epoch 4/20 ----- 1s 169ms/step - accuracy: 0.9823 - loss: 0.0848 - val_accuracy: 0.7778 - val_loss: 0.6282
8/8 -----
Epoch 5/20 ----- 1s 177ms/step - accuracy: 0.9951 - loss: 0.0698 - val_accuracy: 0.7778 - val_loss: 0.6628
8/8 -----
Epoch 6/20 ----- 1s 176ms/step - accuracy: 0.9927 - loss: 0.0807 - val_accuracy: 0.7937 - val_loss: 0.7589
8/8 -----
Epoch 7/20 ----- 2s 189ms/step - accuracy: 0.9888 - loss: 0.0562 - val_accuracy: 0.7778 - val_loss: 0.6987
8/8 -----
Epoch 8/20 ----- 2s 281ms/step - accuracy: 0.9956 - loss: 0.0399 - val_accuracy: 0.7619 - val_loss: 0.7821
8/8 -----
Epoch 9/20 ----- 1s 179ms/step - accuracy: 0.9638 - loss: 0.0918 - val_accuracy: 0.7937 - val_loss: 0.7228
8/8 -----
Epoch 10/20 ----- 1s 177ms/step - accuracy: 0.9936 - loss: 0.0582 - val_accuracy: 0.7619 - val_loss: 0.7471
8/8 -----
Epoch 11/20 ----- 1s 182ms/step - accuracy: 0.9991 - loss: 0.0264 - val_accuracy: 0.8095 - val_loss: 0.7088
8/8 -----
Epoch 12/20 ----- 1s 178ms/step - accuracy: 0.9991 - loss: 0.0183 - val_accuracy: 0.7619 - val_loss: 0.9848
8/8 -----
Epoch 13/20 ----- 1s 167ms/step - accuracy: 0.9755 - loss: 0.0541 - val_accuracy: 0.8095 - val_loss: 0.8269
8/8 -----
Epoch 14/20 ----- 1s 168ms/step - accuracy: 0.9953 - loss: 0.0384 - val_accuracy: 0.7937 - val_loss: 0.8168
8/8 -----
Epoch 15/20 ----- 1s 167ms/step - accuracy: 0.9905 - loss: 0.0209 - val_accuracy: 0.7937 - val_loss: 0.8492
8/8 -----
Epoch 16/20 ----- 1s 177ms/step - accuracy: 0.9973 - loss: 0.0196 - val_accuracy: 0.7937 - val_loss: 0.8341
8/8 -----
Epoch 17/20 ----- 1s 180ms/step - accuracy: 0.9980 - loss: 0.0166 - val_accuracy: 0.7937 - val_loss: 0.8589
8/8 -----
Epoch 18/20 ----- 2s 191ms/step - accuracy: 0.9980 - loss: 0.0208 - val_accuracy: 0.7778 - val_loss: 0.9488
8/8 -----
Epoch 19/20 ----- 1s 182ms/step - accuracy: 0.9981 - loss: 0.0256 - val_accuracy: 0.8095 - val_loss: 0.8666
8/8 -----
Epoch 20/20 ----- 2s 201ms/step - accuracy: 0.9991 - loss: 0.0119 - val_accuracy: 0.7937 - val_loss: 0.9119
8/8 -----
  
```

Gambar 3.3.1. Pelatihan Model

Selama proses pelatihan, dilakukan visualisasi grafik akurasi dan loss untuk melihat performa model. Grafik berikut menunjukkan akurasi pelatihan dan validasi selama 20 epoch. Dari grafik di atas, dapat dilihat bahwa akurasi pelatihan dan validasi meningkat seiring dengan bertambahnya epoch, mencapai nilai sekitar 79% pada akhir epoch ke-20. Gambar 3.3.2 menunjukkan hasil grafik *loss* dan gambar 3.3.3 menunjukkan hasil grafik akurasi.

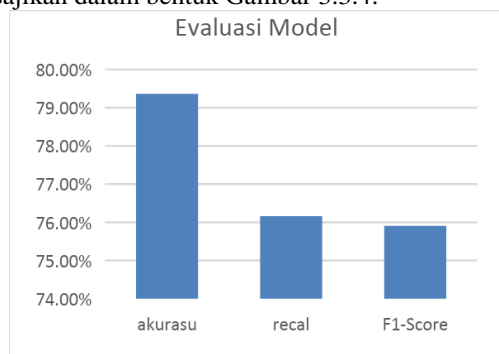


Gambar 3.3.2. Grafik Loss



Gambar 3.3.3. Grafik Akurasi

Setelah proses pelatihan, model dievaluasi menggunakan set pengujian. Hasil evaluasi mencakup akurasi, recall, dan F1-score yang disajikan dalam bentuk Gambar 3.3.4.



Gambar 3.3.4. Grafik evaluasi model

Tabel diatas menunjukkan bahwa model mencapai akurasi sebesar 79.36%, recall sebesar 76.16%, dan F1-score sebesar 75.90%. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik dalam mengklasifikasikan gambar penyakit daun teh ke dalam tiga kategori yang telah ditentukan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa

penggunaan algoritma CNN dalam klasifikasi penyakit daun teh, yaitu *Algal Leaf*, *Antracnose*, dan *Bird Eye Spot*, memiliki akurasi yang signifikan dengan pencapaian 79.36%. Dengan pengumpulan data gambar dari Kaggle dan proses pra-pemrosesan yang cermat, model CNN yang dikembangkan mampu mengidentifikasi penyakit daun teh secara cepat dan akurat. Temuan ini menegaskan bahwa teknologi *deep learning* dapat menjadi alat yang efektif dalam sektor pertanian untuk mendeteksi penyakit tanaman, membantu petani dalam pengelolaan tanaman, dan meningkatkan kualitas serta kuantitas produksi teh. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, termasuk ketergantungan pada kualitas dan ukuran dataset serta pengujian terbatas pada tiga jenis penyakit. Meskipun demikian, penelitian ini menggerakkan tubuh pengetahuan ilmiah ke depan dengan menunjukkan potensi praktis dari penerapan teknologi *deep learning* dalam pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Komariyah, A. N., Rohmatulloh, B., Hendrawan, Y., Sutan, S. M., Al Riza, D. F., & Hermanto, M. B. (2023). Klasifikasi Kualitas Teh Hitam Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Citra Digital. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 11(2), 221-231.
- [2]. Puspita, K. D. A., Nilogiri, A., & Oktavianto, H. (2023). Deteksi Penyakit Daun Teh Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Aplikasi Sistem Informasi dan Elektronika*, 5(1), 45-50.
- [3]. Karmokar, B. C., Ullah, M. S., Siddiquee, M. K., & Alam, K. M. R. (2015). Tea leaf diseases recognition using neural network ensemble. *International Journal of Computer Applications*, 114(17).
- [4]. Noviyanto, N. (2020). Penerapan Data Mining dalam Mengelompokkan Jumlah Kematian Penderita COVID-19 Berdasarkan Negara di Benua Asia. *Paradigma-Jurnal Komputer Dan Informatika*, 22 (2), 183–188.
- [5]. Avianto, D., & Handayani, I. E. (2023). Klasifikasi Penyakit Antraknosa Pada Cabai Merah Teropong” Inko Hot” Dengan Metode Convolutional Neural Network. *SINTECH (Science and Information Technology) Journal*, 6(2), 76-88.
- [6]. Suherman, A. H., Ibrahim, N., Syahrian, H., Rahadi, V. P., & Prayoga, M. K. (2021). Klasifikasi Daun Teh Gambung Varietas Assamica Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Lenet-5. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 4(2), 63-71.
- [7]. Komariyah, A. N., Rohmatulloh, B., Hendrawan, Y., Sutan, S. M., Al Riza, D. F., & Hermanto, M. B. (2023). Klasifikasi Kualitas Teh Hitam

- Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Citra Digital. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 11(2), 221-231.
- [8]. Marthalia, L. (2023). Strategi Pengelolaan Manajemen Sumber Daya Manusia pada Kinerja Karyawan dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0. *Journal of Economics and Business UBS*, 12(4), 2429-2436.
- [9]. Salsabila, E., & Sulistiyono, A. (2024). Telaah Konsensus Privacy Policy Sebagai Kontrak Digital pada E-Commerce Guna Memberikan Perlindungan Data Pribadi. *Primagraha Law Review*, 2(1), 63-75.
- [10]. Lince, L. (2022). Implementasi kurikulum merdeka untuk meningkatkan motivasi belajar pada sekolah menengah kejuruan pusat keunggulan. In *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan IAIM Sinjai* (Vol. 1, pp. 38-49)
-