

Klasifikasi Penyakit Pada Baglog Jamur Tiram Menggunakan Metode Convolutional Neural Network

Christnatalis^{*1}, Christoper Darius Sozaro Lase², Toga Hasudungan Sitompul³, Anugrah Prasakti Hondro⁴

^{1,2,3,4}Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia, Indonesia
Email: ¹christnatalis@unprimdn.ac.id, ²mr.christoperlase3@gmail.com, ³togasitompul74@gmail.com,
⁴prasaktianugrah@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas permasalahan penyakit yang menyerang baglog jamur tiram, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan sistem klasifikasi penyakit pada baglog jamur tiram menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network*, sehingga memungkinkan deteksi penyakit secara cepat dan akurat. Dataset gambar baglog jamur tiram yang terkena penyakit dibagi menjadi 80% untuk data training dan 20% untuk data validation. Teknik transfer learning diterapkan untuk memanfaatkan fitur-fitur dari model pra-terlatih guna meningkatkan efisiensi pelatihan dan akurasi prediksi. Transfer learning adalah teknik dalam machine learning di mana model yang telah dilatih pada satu tugas digunakan kembali sebagai titik awal untuk tugas lain yang serupa. Proses pelatihan model dilakukan sebanyak 5 kali percobaan, masing-masing dengan 25 epoch dan mendapatkan model terbaik di epoch ke 8. Melakukan beberapa percobaan dengan berbagai konfigurasi dan mengulangi proses pelatihan beberapa kali membantu memastikan bahwa hasil yang diperoleh stabil dan tidak disebabkan oleh kebetulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan memiliki kinerja yang sangat baik dan konsisten, dengan akurasi validation yang stabil sebesar 97.14% dan nilai loss pada validation sebesar 0.0893. Akurasi validation menunjukkan persentase prediksi yang benar pada data validation, sementara nilai loss mengindikasikan seberapa baik model meminimalkan kesalahan prediksi.

Kata kunci: *Covolutional Neural Network, Jamur Tiram, Klasifikasi*

Disease Classification In Oyster Mushroom Baglogs Using Convolutional Neural Network (CNN) Method

Abstract

This research addresses the problem of diseases that attack oyster mushroom baglogs, which can cause a decrease in the quality and quantity of crops. The main objective of this research is to develop a disease classification system on oyster mushroom baglogs using the Convolutional Neural Network algorithm, thus enabling fast and accurate disease detection. The dataset of images of disease-affected oyster mushroom baglogs was divided into 80% for training data and 20% for validation data. Transfer learning techniques are applied to utilize features from pre-trained models to improve training efficiency and prediction accuracy. Transfer learning is a technique in machine learning where a model that has been trained on one task is reused as a starting point for another similar task. The model training process was conducted for 5 trials, each with 25 epochs and obtained the best model at the 8th epoch. Conducting multiple experiments with various configurations and repeating the training process multiple times helps ensure that the results obtained are stable and not caused by chance. The results show that the developed model has excellent and consistent performance, with a stable validation accuracy of 97.14% and a validation loss value of 0.0893. Validation accuracy indicates the percentage of correct predictions on validation data, while the loss value indicates how well the model minimizes prediction errors.

Keywords: *Classification, Covolutional Neural network, Oyster Mushroom.*

1. PENDAHULUAN

Budidaya jamur tiram merupakan salah satu sektor pertanian yang sedang diminati masyarakat untuk memenuhi kebutuhan pangan. [1] Media tanam jamur tiram sebagian besar terbuat dari bahan organik yang

mudah didapat dan murah serta banyak ditemukan di alam. Media organik ini dapat berupa jerami, serbuk gergaji, kertas, dedak padi, kapur tohor, dan bahan lainnya yang dimasukkan ke dalam wadah baglog. [2] Jamur tiram juga rentan terhadap serangan penyakit yang dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Penyakit pada tanaman jamur tiram dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti patogen, kondisi lingkungan, dan manajemen budidaya yang kurang optimal. [3] Jamur tiram dapat mencapai pertumbuhan yang optimal dan berkualitas apabila kondisi suhu dan kelembaban memenuhi persyaratan yang dibutuhkan dengan kondisi lingkungan yang sesuai, jamur tiram putih dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan hasil yang berkualitas. [4] Kurangnya sterilitas di seluruh proses produksi, mulai dari pembibitan hingga inkubasi, biasanya menjadi akar penyebab berjangkitnya penyakit jamur ini. [5] Penyakit di baglog jamur tiram seperti *Trichoderma* (Buto hijo), *Mucor* (buto ireng), *Neurospora* (buto orange), dan *Penicillium* (buto coklat) yang menghambat pertumbuhan miselium jamur tiram. [6] Deep Learning adalah Machine Learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan untuk mengajarkan komputer melakukan perilaku mirip manusia. Misalnya, komputer belajar mengklasifikasikan gambar, teks, atau suara secara langsung. [7]

Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu metode yang digunakan dalam deep learning. Gambar dapat dimasukkan menggunakan metode CNN. Sebuah gambar masukan (input image) akan menghasilkan pola dari beberapa bagian gambar, sehingga nantinya akan lebih mudah untuk diklasifikasi berkat metode convolution layer ini. [8] Jika dibandingkan dengan objek lain seperti kumpulan data kata atau kumpulan data gelombang sinyal, CNN memberikan akurasi yang lebih tinggi pada kumpulan data gambar objek. [9] Menurut M U H Zainal Altim, Andi Yudhistira, Syamsul, Rita Amalia(2022) dalam penelitian yang berjudul Pengklasifikasi Beras Menggunakan Metode CNN dimana parameter bebas yang dihasilkan dengan metode CNN direduksi menggunakan metode Convolutional Neural Network. Pelatihan pada objek beras yang diuji dapat digunakan untuk mengklasifikasikan beras dengan menggunakan data yang diambil berupa gambar berdasarkan hasil prosesnya. Dibedakan delapan (dua) golongan beras yang digunakan untuk mengklasifikasikannya, yaitu beras baik dan beras jelek. Tingkat akurasi hingga 90% dapat dicapai dengan menggunakan metode CNN. Sistem klasifikasi ini digunakan oleh dunia usaha, pemangku kepentingan, dan industri untuk menilai kualitas beras secara cepat, akurat, dan obyektif. [10]

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi berbasis CNN yang mampu mendeteksi jenis penyakit pada baglog jamur tiram dengan akurasi tinggi. Dengan sistem ini, diharapkan petani dapat mengidentifikasi penyakit secara cepat dan mengambil langkah penanganan yang sesuai, sehingga mengurangi kerugian produksi dan meningkatkan efisiensi budidaya jamur tiram secara keseluruhan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan fokus pada pengembangan dan pengujian model CNN untuk klasifikasi penyakit pada baglog jamur tiram. Eksperimen dilakukan dengan melatih dan menguji model CNN pada dataset gambar baglog jamur tiram yang terinfeksi penyakit.

2.2. Studi Literatur

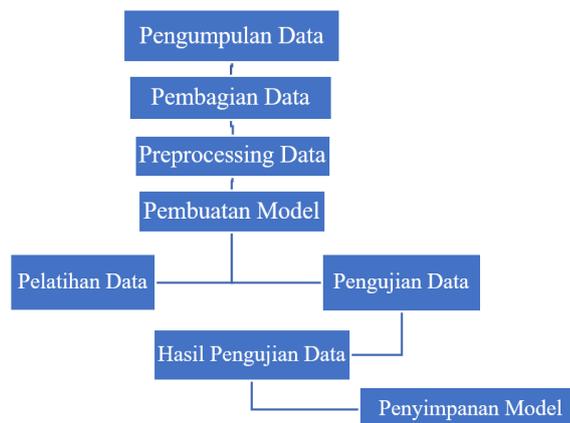
1. Menurut S. Winiarti, M. Y. A. Saputro, and S. Sunardi.(2021) CNN digunakan untuk mengekstrak fitur dari gambar dalam penelitian Deep Learning dalam Mengidentifikasi Jenis Bangunan Cagar Budaya dengan Algoritma Convolutional Neural Network. Masjid Mataram Gede, Masjid Taqwa Wonokromo, Rumah Kalang, Joglo KH Ahmad Dahlan, dan Ketandan termasuk dalam dataset 7184 gambar ornamen yang diambil secara langsung di lokasi Yogyakarta. Penting untuk mengenali bangunanbangunan warisan karena bangunan-bangunan tersebut bisa saja dihentikan, sehingga untuk mengikutinya diperlukan dokumentasi sebagai upaya penyelamatan budaya dan pembelajaran. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan teknik disarray framework dari 391 gambar ornamen, diperoleh hasil ketepatan sebesar 98%. [11]
2. Menurut A. TiaraSari dan E. Haryatmi, (2021) Citra biji jagung kering dikenali oleh CNN dan dihitung nilai akurasinya dalam penelitian ini. Dari 80 citra biji jagung pada dataset training, 20 citra biji jagung digunakan sebagai data testing pada penelitian ini. Posisi dan ukuran pengambilan gambar kamera smartphone berpengaruh terhadap nilai akurasi deteksi biji jagung kering. Rata-rata akurasi dari data pengujian adalah 0.90296, yang dicapai melalui penggunaan tujuh lapisan konvolusi dan memiliki rentang akurasi 80% hingga 100%. Kekuatan bentuk gambar dapat ditentukan dengan bantuan convolutional layer. [12]
3. Menurut Al-Smadi et al.(2021) Menurut Al-Smadi et al.(2021) memanfaatkan konsep transfer learning dalam mendeteksi tingkat keparahan (severity) dari diabetic retinopathy. Model yang dibuat merupakan

gabungan dari model CNN yang telah terlatih dan dilanjutkan teknik global average pooling (GAP) untuk klasifikasi. Pada penelitian ini, dilakukan percobaan terhadap enam model CNN yang telah terlatih. Hasil akhir menunjukkan bahwa model Inception-V3 yang digabungkan dengan GAP-based classifier meraih performa terbaik, yaitu 82,0% QWK. [13]

4. Menurut Chen et al (2020) memperkenalkan model integrated shallow CNN yang mampu mendeteksi diabetic retinopathy secara efisien dan fleksibel. Dari beberapa percobaan yang dilakukan pada penelitian, diperoleh bahwa model integrated shallow CNN yang dibangun memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan model CNN lainnya, yaitu VGG16noFC and LCNN. Akurasi dari model integrated shallow CNN lebih tinggi sekitar 3% sampai 9% tergantung ukuran dataset dan waktu training yang dibutuhkan relatif sedikit. [14]
5. Menurut Padalia et al(2022) membangun sebuah model yang CNN dan Long Short Term Memory (LSTM) dalam mengklasifikasi mata normal dan mata katarak dari kumpulan gambar fundus. Model tersebut dilatih dengan dataset ODIR. Akurasi yang diperoleh adalah 99,918% pada training dan 97,24% pada testing. [15].

2.3. Tahap Penelitian

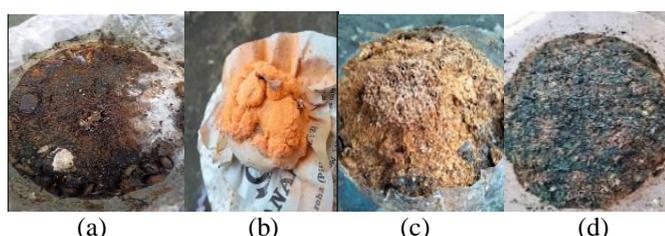
Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sistematis untuk mengklasifikasi penyakit pada baglog jamur tiram menggunakan metode Convolutional Neural Network. Proses dimulai dengan pengumpulan citra baglog jamur, dilanjutkan dengan pembagian data menjadi data latih, validasi, dan uji. Data kemudian diproses melalui teknik normalisasi, augmentasi, dan penyesuaian ukuran. Model CNN dirancang dan dilatih menggunakan dataset latih untuk mengenali pola penyakit, dengan evaluasi performa dilakukan menggunakan dataset uji untuk memastikan keakuratan dan keandalannya. Hasil pengujian yang optimal memungkinkan model disimpan untuk diimplementasikan dalam aplikasi, membantu petani mendeteksi penyakit secara otomatis, mengurangi kerugian, dan meningkatkan efisiensi budidaya jamur tiram.



Gambar 1. Tahapan penelitian

2.4. Tahap Pengumpulan Data

Data yang dimanfaatkan dalam penelitian ini merupakan data lokal yang berasal dari budidaya jamur tiram yang dikelola sendiri yang berlokasi di Perumahan Bumi Tuntungan Sejahtera Blok F No. 151, Lau Bakeri, Dusun II A. Pada penelitian ini data citra baglog jamur tiram dalam bentuk format JPG dibagi menjadi data training sebesar 80% dan untuk data validaton sebesar 20% dari data yang dimiliki. Setiap data set di beri label yang sesuai dengan jenis penyakit.

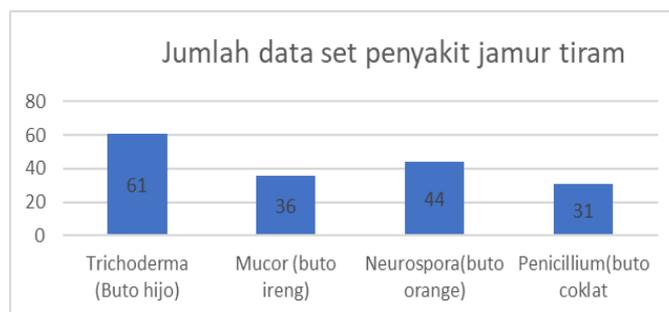


Gambar 2. Penyakit pada baglog jamur tiram (a) Mucor, (b) Neurospora, (c) Penicillium,(d)Trichoderma

Gambar 2 Data Penyakit di baglog jamur tiram di bagi menjadi 4 class yaitu *Trichoderma* (Buto hijo), *Mucor* (buto ireng), *Neurospora* (buto orange), dan *Penicillium* (buto coklat).

2.5. Preprocessing Data

Dalam proses pengumpulan dataset citra CT scan ginjal, data diperoleh dari platform Kaggle. Dataset Tahap preprocessing data melibatkan beberapa langkah penting diantaranya pertama, mengumpulkan citra jamur tiram yang sehat dan yang terinfeksi penyakit (*Trichoderma*, *Mucor*, *Neurospora*, *Penicillium*), lalu memberi label sesuai dengan jenis penyakit. Kedua, data selanjutnya dilakukan proses resize untuk mengubah ukuran semua gambar menjadi ukuran yang konsisten dan normalisasi digunakan mengatur rentang nilai pixel. Ketiga, tingkatkan variasi dataset melalui augmentasi data dengan teknik seperti rotasi, flipping, zooming, dan pengaturan kecerahan. Terakhir, bagi dataset menjadi set pelatihan, validasi, dan pengujian dengan rasio yang sesuai berguna memastikan kualitas data yang baik dan meningkatkan kinerja model.

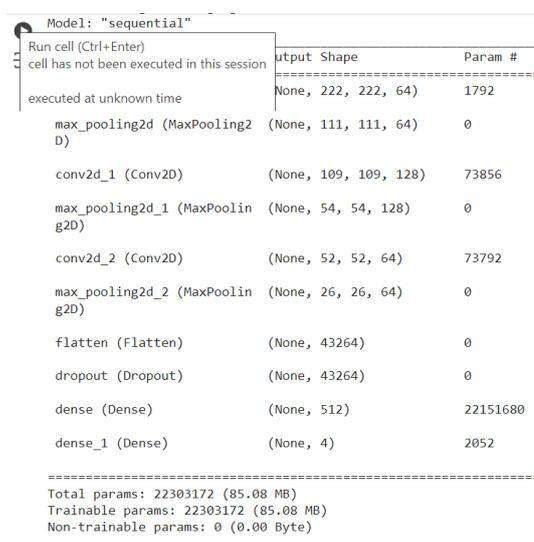


Gambar 3. Jumlah data set penyakit jamur tiram

Gambar 3 menunjukkan jumlah dataset penyakit yang menyerang baglog jamur tiram, terdiri dari empat jenis penyakit: *Trichoderma* (Buto hijo) sebanyak 61 dataset, *Mucor* (Buto ireng) sebanyak 36 dataset, *Neurospora* (Buto orange) sebanyak 44 dataset, dan *Penicillium* (Buto coklat) sebanyak 31 dataset..

2.6. Pembuatan Modeling

Pada tahap ini, model klasifikasi Proses pelatihan melibatkan penyusunan model, pemilihan fungsi kerugian dan penyesuaian parameter pelatihan. Model diperbarui secara iteratif menggunakan dataset pelatihan hingga mencapai tingkat akurasi yang diinginkan. Model yang telah dilatih diuji dengan menggunakan dataset pengujian yang tidak terlibat dalam proses pelatihan. Hasil pengujian digunakan untuk mengukur akurasi, presisi, recall, dan metrik evaluasi kinerja lainnya. Proses ini membantu mengevaluasi sejauh mana model dapat mengklasifikasikan objek secara efektif. Arsitektur yang digunakan dalam penelitian ini dengan model yang diterapkan sebagai berikut.



Gambar 4. Arsitektur CNN

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini memperoleh hasil dari proses yang dilalui mulai dari mempersiapkan data dan pembagian data, preprocessing data, Pembangunan model CNN, dan penerapan transfer learning untuk mengklasifikasikan penyakit pada baglog jamur tiram..

3.1. Tahap Preprocessing Data

Pada tahap Preprocessing data dengan membangun model CNN dengan melakukan argmentasi dan normalis asi gambar. Augmentasi data dilakukan menggunakan *Image Data Generator* dari Keras model. Generator ini kemudian digunakan untuk memasok data pelatihan dan validasi ke model CNN selama proses training data dengan menggunakan parameter yang dilakukan sebanyak 25 epoch dan nilai *batch size* sebesar 32 dengan ukuran target adalah 224 x 224 pixels.

Tabel 1. Parameter

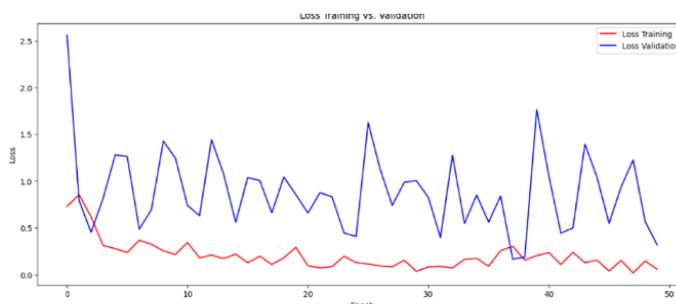
Ukuran Citra	Epoch	batch_size	Optimizer
224x224px	25 Epoch	32	Adam

3.2. Transfer learning

Pada penelitian ini melibatkan Transfer learning dengan penggunaan model dasar yang telah dilatih sebelumnya untuk menyelesaikan tugas tugas baru. transfer learning mempercepat proses pelatihan dan menghasilkan model yang lebih baik. Model yang digunakan adalah model. Menggunakan input gambar berukuran 224x224 piksel, output dari model dasar *Xception* dihubungkan ke jaringan saraf dalam (DNN) yang terdiri dari lapisan dropout untuk mencegah overfitting, diikuti oleh lapisan dense dengan aktivasi *ReLU*. Model menggunakan lapisan output softmax untuk klasifikasi 4 kelas. Seluruh lapisan dari model dasar *Xception* dibekukan agar tidak berubah selama pelatihan. Model ini dikompilasi dengan optimizer Adam, menggunakan *loss function 'categorical_crossentropy'*, dan metrik akurasi. Pelatihan dilakukan dengan generator data yang telah diaugmentasi dan dinormalisasi sebelumnya Dengan model *Xception* yang telah dilatih pada *ImageNet*. Model ini disesuaikan dengan menambahkan lapisan dropout dan Dense untuk klasifikasi gambar pada dataset yang kompleks. Berikut grafik tanpa menggunakan transfer learning.

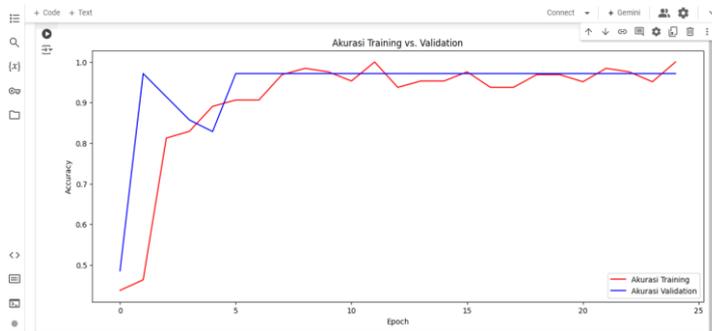


Gambar 5. Grafik Tidak Menggunakan Transfer Learning Accuracy Training dan Validation

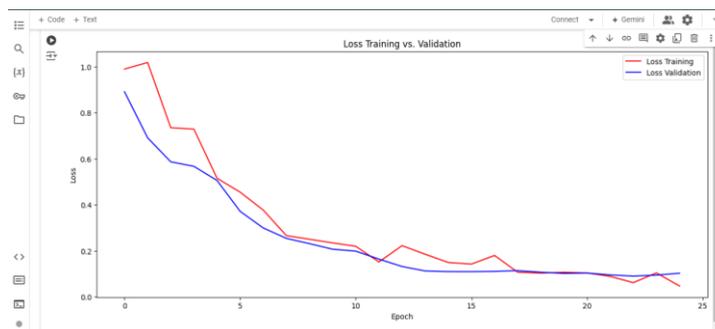


Gambar 6. Grafik Tidak Menggunakan Transfer Learning Loss Training dan Validation

Pada Gambar 5 dan 6 menunjukkan perkembangan loss selama pelatihan dan validasi dari model yang tidak menggunakan transfer learning. Tanpa transfer learning, model cenderung memerlukan lebih banyak waktu dan sehingga lebih rentan terhadap overfitting. Berikut grafik menggunakan transfer learning



Gambar 7. Grafik Accuracy Training dan Validation



Gambar 8. Grafik Loss Training dan Validation

Pada Gambar 7 dan 8 menggunakan transfer learning di epoch ke-8 diperoleh model dengan nilai *validation accuracy dan loss* terbaik. Model tersebut memiliki akurasi 96,88% pada *training set* dan 97,14% pada *validation set*. Model ini yang akan digunakan untuk pengujian klasifikasi penyakit pada baglog jamur tiram

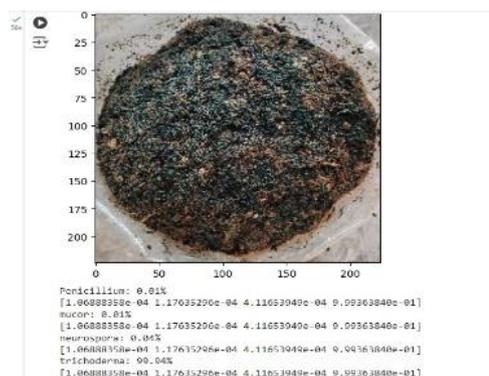
Tabel 2. Model terbaik pada epoch ke-8

<i>Label</i>	<i>Training</i>	<i>Validation</i>
<i>Accuracy</i>	96,88%	97,14%
<i>Loss</i>	0,2662	0,2545

Setelah dilakukan percobaan dengan menggunakan epoch 25 menghasilkan Tingkat akurasi yang stabil. Berdasarkan dari tabel percobaan diatas mendapatkan hasil nilai loss sebesar 0.0893, yang menunjukkan seberapa baik model memprediksi data validasi (semakin rendah semakin baik), dan akurasi sebesar 97.14%, yang berarti model benar dalam memprediksi 97.14% sampel dalam data validasi.

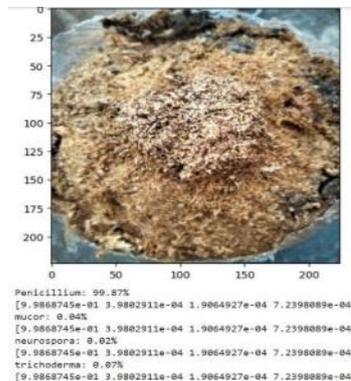
3.3. Hasil Pengujian Data

Dalam penelitian ini dilakukan uji identifikasi citra baglog jamur tiram untuk mengetahui jenis penyakit yang menyerang baglog jamur tiram tersebut. Dapat dilihat dari gambar berikut:



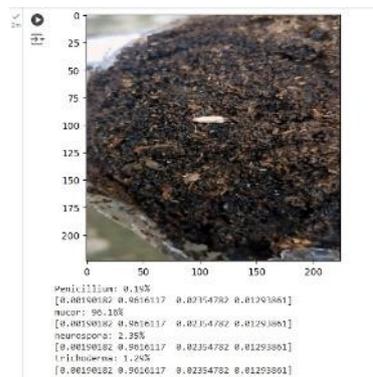
Gambar 9. Penyakit Penicillium

Dari gambar 9 menunjukkan pengujian menggunakan data baru, hasil identifikasi menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi penyakit *Penicillium* pada baglog Jamur Tiram dengan persentase yang sangat tinggi. Hasil ini mengindikasikan bahwa model memiliki akurasi yang sangat baik dalam mengenali gejala dan tanda-tanda penyakit tersebut. Persentase identifikasi mencapai sekitar 99,87%, yang menunjukkan bahwa hampir semua sampel yang diuji berhasil diklasifikasikan dengan benar.



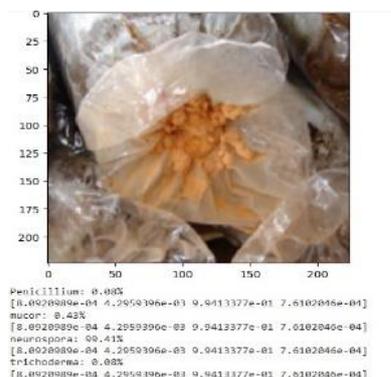
Gambar 10. Penyakit Trichoderma

Dari gambar 10 menunjukkan pengujian pada data baru, hasil identifikasi menunjukkan bahwa persentase kesesuaian dengan penyakit *Trichoderma* mencapai sekitar 99,94%. Angka ini menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam mendeteksi keberadaan penyakit pada baglog jamur tiram. Metode CNN yang digunakan dalam pengujian ini berhasil mengidentifikasi karakteristik spesifik yang sesuai dengan penyakit *Trichoderma*.



Gambar 11. Penyakit Mucor

Dari gambar 11 menunjukkan hasil uji coba dengan menggunakan data baru yang mendeteksi penyakit *mucor* dengan mencapai tingkat akurasi maksimal sebesar 96,16%. Hasil ini menunjukkan bahwa model mampu secara efektif mengenali pola-pola yang berkaitan dengan penyakit pada gambar jamur tersebut, dengan tingkat keberhasilan yang sangat tinggi.



Gambar 12. Penyakit Neurospora

Dari gambar 12 menunjukkan pengujian dengan data baru yang mengidentifikasi penyakit *Neurospora*, model ini berhasil mencapai tingkat akurasi puncak sebesar 99,41%. Ini menunjukkan bahwa model efektif dalam mengenali penyakit pada gambar jamur terkait, dengan tingkat keberhasilan yang sangat tinggi dan akurat.

4. KESIMPULAN

Model Convolutional Neural Network (CNN) mengidentifikasi penyakit pada baglog jamur tiram dengan akurasi tinggi. Model CNN yang digunakan, setelah dilatih dengan dataset yang dibagi menjadi 80% data training dan 20% data validasi, dengan menggunakan transfer learning dilakukan percobaan sebanyak 5 kali dengan 25 epoch, model menunjukkan akurasi yang stabil dan hasil yang sama mencapai akurasi validasi sebesar 97.14% dengan nilai loss 0.0893 pada validasi. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa model CNN yang dikembangkan mampu mengidentifikasi penyakit pada baglog jamur tiram dengan akurasi yang tinggi dan konsisten.

Beberapa rekomendasi yang bisa dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya:

1. Menambah jumlah dan variasi dataset untuk meningkatkan akurasi model
2. Eksplorasi lebih dalam arsitektur CNN lain atau model deep learning yang lebih kompleks.
3. Implementasikan model di lapangan untuk pengujian langsung.
4. Peneliti selanjutnya dapat meneliti tentang klasifikasi penyakit pada baglog jamur tiram dengan metode lain agar dapat membandingkan metode mana yang lebih baik digunakan.
5. Peneliti menyadari bahwa penelitian ini belum sempurna. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, peneliti memohon maaf atas kesalahan penulisan atau kekurangan yang mungkin ada dalam hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Zulfarina, E. Suryawati, Y. Yustina, R. A. Putra, and H. Taufik, "Budidaya Jamur Tiram Dan Olahannya Untuk Kemandirian Masyarakat Desa." *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)* 5(3): 358. untuk Kemandirian Masya," *J. Pengabd. Kpd. Masy. (Indonesian J. Community Engag.,* vol. 5, no. 3, p. 358, 2019.
- [2] S. Umniyatie, Astuti, D. Pramiadi, and V. Henuhili, "Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus sp.*) sebagai Alternatif Usaha Bagi Masyarakat Korban Erupsi Merapi di Dusun Pandan, Wukirsari, Cangkringan, Sleman DIY," *J. Inotek*, vol. 17, no. 2, pp. 162–175, 2013.
- [3] A. Baianis, L. S. Nusantara, and F. A. Suciono, "Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit pada Jamur Tiram Menggunakan Metode Forward Chaining," *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.,* vol. 2, no. 1, 2017, doi: 10.31328/jointecs.v2i1.414.
- [4] T. R. Adzdziqui, Y. Agus Pranoto, and D. Rudhistiar, "Implementasi Iot (Internet of Things) Pada Rumah Budidaya Jamur Tiram Putih," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 5, no. 1, pp. 364–371, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3306.
- [5] "LHOKSEUMAWE (Studi Kasus : Usahatani Jamur Tiram Bapak Safwandi) IGA MAYADA PROGRAM STUDI AGRIBISNIS," 2024.
- [6] S. R. D. Setiawan, "Hama dan Penyakit Jamur Tiram, Serta Cara Mengendalikannya," *agri.kompas.com*. Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://agri.kompas.com/read/2023/08/04/093000084/hama-danpenyakit-jamur-tiram-serta-cara-mengendalikannya?page=all>
- [7] B. A. B. Ii and T. Pustaka, "BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1," pp. 1–64, 2002.
- [8] M. I. Mardiyah, "Implementasi Deep Learning untuk Image Classification Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Pada Citra Kebun dan Sawah," *Univ. Islam Indones.,* no. June, 2020, doi: 10.13140/RG.2.2.10880.53768.
- [9] I. A. Sabilla, "Arsitektur Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Klasifikasi Jenis Dan Kesegaran Buah Pada Neraca Buah," *Tesis*, no. 201510370311144, pp. 1–119, 2020,[Online]. Available: https://repository.its.ac.id/73567/1/05111850010020-Master_Thesis.pdf
- [10] M. U. H. Z. Altim, A. Yudhistira, and R. A. Syamsul, "PENGKLASIFIKASI BERAS MENGGUNAKAN METODE CNN (CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK)," vol. 7, no. April, pp. 151–155, 2022.
- [11] S. Winiarti, M. Y. A. Saputro, and S. Sunardi, "Deep Learning dalam Mengindetifikasi Jenis Bangunan

-
- Heritage dengan Algoritma Convolutional Neural Network,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 3, p. 831, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i3.3058.
- [12] A. TiaraSari and E. Haryatmi, “Penerapan Convolutional Neural Network Deep Learning dalam Pendeteksian Citra Biji Jagung Kering,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 265–271, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i2.3040.
- [13] M. Al-Smadi, M. Hammad, Q. B. Baker, and S. A. Al-Zboon, “A transfer learning with deep neural network approach for diabetic retinopathy classification,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol.11,no.4,pp.3492–3501,2021,doi: 10.11591/ijece.v11i4.pp3492-3501.
- [14] W. Chen, B. Yang, J. Li, and J. Wang, “An approach to detecting diabetic retinopathy based on integrated shallow convolutional neural networks,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 178552–178562, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3027794.
- [15] D. Padalia, A. Mazumdar, and B. Singh, “A CNN-LSTM Combination Network for Cataract Detection using Eye Fundus Images,” pp. 3–10, 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2210.16093>.