

SISTEM CERDAS DETEKSI PENYAKIT TANAMAN PALA MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Goldy Valendria Nivaan, Janeman Sumah, Desya Y Metiary

Informatika, Universitas Kristen Indonesia Maluku

Jalan Ot Pattimaipauw, Tanah Lapang Kecil, Kec., Nusaniwe, Kota Ambon, Maluku, Indonesia

valendria17@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan teknologi pengenalan citra dalam bidang computer vision dapat menjadi cara berinovasi dalam dunia pertanian dan perkebunan khususnya bagi para petani Tanaman Pala. Melihat kondisi penanganan tanaman dan budidaya serta pola kerja tradisional petani tanaman pala dalam proses identifikasi penyakit tanaman pala maka dirasa perlu untuk menghadirkan inovasi dengan teknologi yang mampu mendeteksi penyakit pada tanaman pala. Metode penelitian yang digunakan yakni Convolutional Neural Network (CNN) dengan mengklasifikasi jenis penyakit kedalam 7 kelas (class). Jumlah dataset sebanyak 139 citra. Secara keseluruhan model kinerja mengalami fluktuasi. Pelatihan dan validasi berlangsung selama 15 epoch dengan akurasi pelatihan sebesar 18,75% pada epoch terakhir. Hal ini menunjukkan perlu dilakukannya peningkatan terhadap jumlah dataset agar hasil optimal diperoleh. Meskipun akurasi belum sesuai dengan harapan, akan tetapi dari model pembelajaran yang ada, dapat diperoleh gambaran dalam menyediakan inovasi teknologi berupa Sistem Cerdas untuk mendeteksi penyakit pada tanaman pala yang diharapkan dapat membantu para petani pala dalam meningkatkan kemampuan budidaya tanaman dengan penanganan yang tepat sesuai kondisi yang dihadapi.

Kata kunci: Deteksi Penyakit; Tanaman Pala; Convolutional Neural Network (CNN)

1. PENDAHULUAN

Pala merupakan tanaman asli Indonesia yang memiliki banyak sekali manfaat juga nilai ekonomi yang tinggi di pasar global karena aromanya yang khas dan tidak dimiliki oleh tanaman pala dari tempat lain[1][2][3]. Tanaman Pala di Indonesia sebagian besar berada di Maluku. Urutan pertama sentra pala terbesar yakni Maluku Utara diikuti oleh Maluku, Sulawesi Utara dan Papua[4].

Sistem pengelolaan kebun dan teknis budidaya yang tepat dapat menjaga kelestarian tanaman ini. Sebaliknya jika tidak diperhatikan dengan baik maka tentu banyak tanaman pala yang masuk kategori tanaman tidak menghasilkan. Hilangnya kemampuan produksi tidak terlepas dari kondisi tanaman pala yang mati akibat terserang penyakit[5][6]. Selain itu, petani kita masih mengandalkan pola kerja tradisional. Jika kondisi ini terus dibiarkan tentu akan meningkatkan penurunan produksi pangan. Hal tersebut didukung dengan data produktivitas tanaman pala selama periode 2013-2023 yang mengalami penurunan sebesar 0,51% per tahun[2]. Pada Tahun 2021, persentase kondisi tanaman pala yang rusak / tidak menghasilkan sebesar 6,04% dengan luas area 15.713 Ha [4].

Perlu diketahui bahwa dalam menangani masalah penyakit pada tanaman, tidak hanya oleh bidang pertanian saja tetapi juga bidang teknologi turut dapat mengambil bagian dengan memanfaatkan kecanggihan dan perkembangan yang ada melalui pengolahan citra digital (image processing) dan computer vision[7][8][9][10][11][12]. Pemanfaatan teknologi pengenalan citra dalam proses identifikasi dapat membantu para petani dan pengelola pertanian

untuk memberikan penanganan yang tepat dan efektif pada tanaman yang tidak sehat ataupun tidak normal.

Sehingga deteksi terhadap penyakit tanaman pala menjadi penting untuk dilakukan dengan melihat gejala awal pada tanaman seperti pada daun, buah, dan batang pohon pala serta pola pertumbuhan dll. Melihat gejala – gejala ini petani dapat mengetahui penyebab penyakit dan mendapatkan tindakan pencegahan untuk mengobatinya[6][13][14][15]. Namun dalam proses melihat gejala yang ada memiliki kendala tersendiri dikarenakan tidak semua petani memiliki pengetahuan tentang cara identifikasi gejala penyakit tanaman secara menyeluruh[7][8].

Sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk menyediakan inovasi teknologi berupa Sistem Cerdas dengan menggunakan metode CNN untuk mendeteksi penyakit pada tanaman pala yang diharapkan dapat membantu para petani pala dalam meningkatkan kemampuan budidaya tanaman dengan penanganan yang tepat sesuai kondisi yang dihadapi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

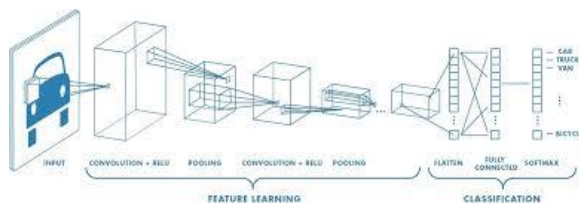
Banyak sekali penelitian terkait deteksi penyakit pada tanaman yang dilakukan para peneliti terkait sistem cerdas, klasifikasi serta pengenalan citra. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh G. Paramesh and G. V. S. Narayana, dengan melakukan diagnosis pada daun tanaman tomat untuk mengetahui penyakit tanaman berdasarkan peningkatan terhadap metode CNN[7][16], sama halnya dengan penelitian oleh A. Abbas, S. Jain, M. Gour, and S. Vankudothu yang melakukan deteksi menggunakan transfer learning dengan C-GAN[17]. Tidak hanya tanaman tomat, tetapi tanaman lain seperti Kentang juga dideteksi dan diagnosis penyakitnya oleh M. K. R.

Asif, M. A. Rahman, and M. H. Hena berdasarkan daun tanaman[18]. Efisiensi model deep learning dan klasifikasi menggunakan machine learning pun turut dilakukan[19][20].

Penelitian lain oleh R. A. Saputra, S. Wasiyanti, A. Supriyatna, and D. F. Saefudin juga dilakukan untuk menerapkan algoritma CNN dan arsitektur MobileNet pada aplikasi deteksi penyakit tanaman daun Padi, termasuk proses klasifikasi[21][22]. Tanaman lain seperti Jagung juga diteliti untuk dikenali penyakitnya menggunakan sistem deteksi secara real time[23], serta jenis tanaman lainnya[24][25] akan tetapi khusus untuk daerah Maluku, tanaman pala menjadi salah satu komoditi unggulan di sektor pertanian yang juga penting untuk diperhatikan.

Citra yang digunakan untuk dataset merupakan citra tanaman Pala yang diambil secara langsung pada salah satu titik lokasi Perkebunan Pala di Provinsi Maluku. Selain itu untuk proses deteksi penyakit tanaman pala menggunakan metode Convolutional Neural Network. Melalui penelitian ini diharapkan budidaya tanaman pala di Maluku menjadi lebih baik agar mampu meningkatkan produksi dan produktivitasnya guna mendorong pertumbuhan ekonomi daerah dan nasional secara umum.

Sebagai penunjuk arah, berikut ini tahapan metode CNN yang digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 1. Arsitektur CNN

Arsitektur CNN pada gambar 1, terlihat bahwa metode ini terdiri dari beberapa lapisan yang memiliki fungsi berbeda – beda.

Lapisan pertama yakni input layer yang menerima data gambar atau grid dalam bentuk piksel dengan tiga (3) saluran warna RGB (*Red, Green, Blue*) dengan ukuran tertentu. Lapisan berikut adalah lapisan utama sebagai fitur pembelajaran dalam model CNN dimana proses konvolusi terjadi untuk mengekstraksi fitur dari data input. Operasi konvolusi menggunakan filter (atau kernel) yang bergerak melintasi gambar untuk menghasilkan peta fitur (*feature map*). Setelah konvolusi tersebut, maka hasilnya diproses melalui fungsi aktivasi. Dilanjutkan dengan pooling layer hingga hasil peta fitur diratakan (*flatten*) untuk dilewatkan ke *fully connected layer* agar diperoleh *output layer*.

Model *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan model pembelajaran mendalam yang dirancang khusus untuk mempelajari data dua dimensi seperti gambar dan video[26]. CNN digunakan secara luas untuk pengolahan citra, seperti klasifikasi gambar, deteksi objek, segmentasi citra, dan lain-lain.

3. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini terfokus dalam beberapa tahapan yakni Tahapan Persiapan, dan Tahap Pelaksanaan

3.1. Tahap persiapan

Meliputi studi literatur yakni pengumpulan informasi mengenai identifikasi dan klasifikasi citra daun pada berbagai jenis tanaman. Literatur terkait metode klasifikasi yang dapat memberikan akurasi terbaik terhadap hasil deteksi penyakit pada tanaman juga dikumpulkan. Termasuk informasi mendalam terkait metode CNN yang akan digunakan. Selain itu, observasi awal dan penentuan titik lokasi juga dilakukan pada tahap ini.

3.2. Tahap pelaksanaan

Peneliti mulai dengan pengumpulan data dalam hal ini pengambilan dataset citra daun/buah/batang pala sesuai titik lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah dataset diperoleh, peneliti melakukan penerapan metode deep learning CNN sesuai tahapan pada gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Pengenalan Citra

- Image Acquisition:** merupakan proses pengambilan dataset dalam hal ini, melakukan pemotretan citra menggunakan kamera digital dengan format gambar JPG / JPEG berskala RGB. Dataset dikumpulkan secara langsung pada titik lokasi penelitian yang telah ditentukan.
- Data Augmentation:** merupakan proses peningkatan terhadap kualitas dataset. Dalam tahapan ini, citra yang telah diperoleh dibersihkan dari noise (gangguan) dan ditingkatkan kualitasnya agar dapat meningkatkan performa dari model yang akan dikerjakan nanti dalam data latih dan data uji.
- Identification & Classification:** dalam tahapan ini, proses penerapan model pembelajaran dengan Convolutional Neural Network dilakukan. Proses ekstraksi fitur dari citra daun/batang/buah pala dilakukan diikuti dengan proses klasifikasi terhadap citra daun pala yang normal (sehat) dan daun pala yang tidak normal (tidak sehat) sehingga penyakit pada tanaman pala dapat terdeteksi.
- Result Recognition:** proses pengenalan terhadap hasil penerapan metode CNN yang sebelumnya telah dilakukan. Pada Langkah ini, analisis diperoleh melalui matriks akurasi dan evaluasi identifikasi dan klasifikasi. Selanjutnya, dari model pembelajaran, dibuatlah rancangan sistem cerdas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dimulai dari tahapan persiapan, yang mana metode CNN ditentukan dari hasil studi

literatur yang dilakukan sebelumnya. Selain itu, ditentukan Lokasi penelitian bertempat di Pulau Seram, Maluku dengan dua titik lokasi secara spesifik. Selanjutnya tahapan pelaksanaan dimulai. Proses pelaksanaan ini terbagi dalam beberapa tahapan yakni:

4.1. Image Acquisition

Penelitian ini menggunakan dataset berupa citra daun tanaman pala yang sehat maupun tidak sehat (sakit) yang diperoleh dari observasi lapangan dan pengambilan data langsung pada Perkebunan Pala petani tradisional di Negeri Liang – Awaya Kec. Teluk Elpaputih dan Desa Hatusua, Seram Bagian Barat Provinsi Maluku.

Citra yang diambil berformat JPG dan berskala RGB. Berikut ini citra daun pala sehat dan tidak sehat (sakit) terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Citra Daun Tanaman Pala

Dataset berisi citra daun tanaman pala diklasifikasikan kedalam 7 kelas penyakit yakni Penyakit Jamur Akar Putih, Penyakit Jamur Akar Hitam, Penyakit Antraknosa Daun dan Busuk Buah Basah, Penyakit Bercak Hitam Daun Kekuningan, Penyakit Bercak Daun Muda, Penyakit Embun Jelaga, dan Penyakit Bercak Daun Pestalotia. Dataset berisi 139 gambar penyakit daun tanaman pala yang sudah diklasifikasikan dalam 7 class data.

Data Augmentation: Pada tahap ini, proses augmentasi pada dataset dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra. Yang dilakukan pertama adalah citra dinormalisasikan nilai pikselnya dari skala 0-255 ke 0-1, selanjutnya rotasi gambar hingga 40 derajat, pergeseran horizontal dan vertical hingga 20%, shear transformation hingga 20%, zoom gambar hingga 30%, horizontal flip, dan mengisi piksel yang hilang setelah transformasi dengan mode nearest (terdekat).

Proses berikutnya memuat dataset gambar dari folder menggunakan hasil augmentasi dan validasi untuk pelatihan. Sebelum dilakukan identifikasi dengan menerapkan model pembelajaran CNN, setiap citra pada dataset diubah ukurannya menjadi 150x150 piksel dan model klasifikasi kategorikal diterapkan agar identifikasi multi-kelas dilakukan pada model pembelajaran.

4.2. Identification and Classification

Tahap selanjutnya adalah membangun model CNN menggunakan sequential dari modul Keras. Secara garis besar, proses ini dimulai dari citra daun

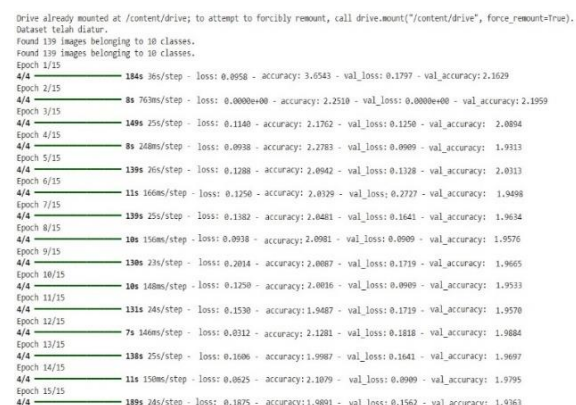
yang telah dibagi dalam tujuh kelas, dilakukan proses konvolusi dilanjutkan ke fungsi aktivasi menggunakan fungsi ReLu. Setelah itu, proses pooling dilakukan dari hasil konvolusi citra dari nilai – nilai (pixel) pada gambar secara berulang hingga didapatkan peta fitur yang cukup untuk dilanjutkan ke fully connected neural network.

Model ini kemudian dikompilasi menggunakan optimizer Adam dengan learning rate (laju pembelajaran) sebesar 0.001. Fungsi loss yang digunakan adalah categorical_crossentropy karena klasifikasi multi-kelas, dan metrik evaluasi yang dipantau adalah akurasi.

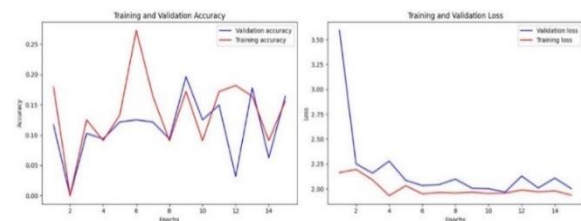
Tahap terakhir yaitu melatih model CNN dengan data yang telah diaugmentasi. Fungsi model.fit melakukan pelatihan model dengan data dari train_generator yang menyuplai gambar yang sudah diaugmentasi. Pelatihan berlangsung selama 15 epoch, dengan steps_per_epoch yang dihitung berdasarkan jumlah sampel gambar dibagi dengan ukuran batch. Selain itu, data validasi diambil dari validation_generator dengan langkah yang sama untuk validasi.

4.3. Result Recognition

Hasil pelatihan model selama 15 epoch menunjukkan kinerja yang berfluktuasi terlihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Hasil Pelatihan Model dengan 15 epoch



Gambar 5. Training and Validation Accuracy and Loss

Pada epoch pertama, model mencapai loss 9,58% dengan akurasi 3,6543, sementara loss validasi berada di 17,97% dengan akurasi 2,1629. Namun, pada epoch kedua, model mengalami penurunan signifikan, dengan akurasi pelatihan turun menjadi 0% dan akurasi validasi juga 0%.

Pada epoch ketiga, akurasi pelatihan meningkat menjadi 11,40% dengan akurasi 2,1762, sedangkan loss validasi meningkat sedikit menjadi 12,50%. Selama beberapa epoch berikutnya, akurasi dan loss berfluktuasi. Misalnya, pada epoch keenam, akurasi pelatihan mencapai 12,50% dan loss validasi meningkat menjadi 27,27%, tetapi pada epoch kedelapan, loss pelatihan kembali turun menjadi 9,38%.

Di tengah pelatihan, akurasi pelatihan mencapai puncaknya pada epoch kesembilan, yaitu 20,14%, dengan akurasi validasi di 17,19%. Pada epoch ke-14, akurasi pelatihan berada di angka 6,25% dengan loss validasi 9,09%.

Akhirnya, pada epoch ke-15, model mencapai akurasi pelatihan 18,75% dan loss validasi 15,62% dengan loss 1,9891 dan akurasi validasi 1,9363. Secara keseluruhan, meskipun ada beberapa fluktuasi, model kinerja sudah cukup memadai, meskipun akurasi belum sesuai dengan yang diharapkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan model pembelajaran CNN dapat digunakan dalam pengolahan citra daun tanaman pala yang diklasifikasi sesuai jumlah kelas yang ditentukan. Tingkat akurasi berakhir pada 18,75%. Hal ini menunjukkan penerapan model tidak sepenuhnya dikenali. Terlihat dari fluktuasi akurasi dan loss pada pelatihan serta pengenalan pembelajaran. Secara keseluruhan model kinerja dianggap cukup memadai. Walaupun tak dapat dipungkiri bahwa jumlah dataset turut mempengaruhi akurasi dari model pembelajaran yang dilakukan. Oleh sebab itu, sebagai saran kedepan penambahan dataset perlu dilakukan agar dapat memberikan hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Susanna, M. S. Sinaga, S. Wiyono, and H. Triwidodo, "Diagnosis of dieback disease of the nutmeg tree in aceh selatan, indonesia," *Walailak J. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 8, pp. 801–810, 2020.
- [2] P. D. dan S. I. P. Pertanian, *Outlook Komoditas Perkebunan Pala*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, 2022.
- [3] S. Khamnuan *et al.*, "The Identification and Cytotoxic Evaluation of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) and Its Substituents," *Foods*, vol. 12, no. 23, 2023.
- [4] Kementerian Pertanian Republik Indonesia, *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2021-2023*. 2022.
- [5] M. Assagaf *et al.*, "Management on biotic stress to improve the nutmeg quality in North Moluccas, Indonesia," *E3S Web Conf.*, vol. 306, pp. 1–7, 2021.
- [6] A. V. Panchal, S. C. Patel, K. Bagyalakshmi, P. Kumar, I. R. Khan, and M. Soni, "Image-based Plant Diseases Detection using Deep Learning," *Mater. Today Proc.*, vol. 80, no. 3, pp. 3500–3506, 2023.
- [7] G. Paramesh and G. V. S. Narayana, "Tomato Leaf Disease Diagnosis Based On Improved Convolution Neural Network," *2022 2nd Int. Conf. Comput. Sci. Eng. Appl. ICCSEA 2022*, 2022.
- [8] M. E. H. Chowdhury *et al.*, "Automatic and Reliable Leaf Disease Detection Using Deep Learning Techniques," *AgriEngineering*, vol. 3, no. 2, pp. 294–312, 2021.
- [9] L. Li, S. Zhang, and B. Wang, "Plant Disease Detection and Classification by Deep Learning - A Review," *IEEE Access*, vol. 9, no. Ccv, pp. 56683–56698, 2021.
- [10] R. Sujatha, J. M. Chatterjee, N. Z. Jhanjhi, and S. N. Brohi, "Performance of deep learning vs machine learning in plant leaf disease detection," *Microprocess. Microsyst.*, vol. 80, no. October 2020, p. 103615, 2021.
- [11] V. K. Vishnoi, K. Kumar, and B. Kumar, *Plant disease detection using computational intelligence and image processing*, vol. 128, no. 1. Springer Berlin Heidelberg, 2021.
- [12] S. Ashwinkumar, S. Rajagopal, V. Manimaran, and B. Jegajothi, "Automated plant leaf disease detection and classification using optimal MobileNet based convolutional neural networks," *Mater. Today Proc.*, vol. 51, no. xxxx, pp. 480–487, 2021.
- [13] X. Fan, P. Luo, Y. Mu, R. Zhou, T. Tjahjadi, and R. Yi, "Leaf image based plant disease identification using transfer learning and feature fusion," *Comput. Electron. Agric.*, vol. Volume 196, 2022.
- [14] P. Bansal, R. Kumar, and S. Kumar, "Disease detection in apple leaves using deep convolutional neural network," *Agric.*, vol. 11, no. 7, 2021.
- [15] A. Purnamawati, W. Nugroho, D. Putri, and W. F. Hidayat, "Deteksi Penyakit Daun pada Tanaman Padi Menggunakan Algoritma Decision Tree, Random Forest, Naïve Bayes, SVM dan KNN," *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 5, no. 1, pp. 212–215, 2020.
- [16] R. C. Sigitta, R. H. Saputra, and F. Fathulloh, "Deteksi Penyakit Tomat melalui Citra Daun menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Avitec*, vol. 5, no. 1, p. 43, 2023.
- [17] A. Abbas, S. Jain, M. Gour, and S. Vankudothu, "Tomato plant disease detection using transfer learning with C-GAN synthetic images," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 187, no. April, p. 106279, 2021.
- [18] M. K. R. Asif, M. A. Rahman, and M. H. Hena, "CNN based Disease Detection Approach on Potato Leaves," *2020 3rd Int. Conf. Intell. Sustain. Syst.*, 2020.

- [19] R. Mahum, H. Munir, Z.-U.-N. Mughal, M. Awais, F. S. Khan, and M. Saqlain, "A novel framework for potato leaf disease detection using an efficient deep learning model," *Hum. Ecol. Risk Assess. An Int. J.*, vol. 29, no. 2, pp. 303–326, 2023.
- [20] A. Singh and H. Kaur, "Potato plant leaves disease detection and classification using machine learning methodologies," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1022, no. 1, 2021.
- [21] R. A. Saputra, S. Wasiyanti, A. Supriyatna, and D. F. Saefudin, "Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network Dan Arsitektur MobileNet Pada Aplikasi Deteksi Penyakit Daun Padi," *Swabumi*, vol. 9, no. 2, pp. 184–188, 2021.
- [22] A. Jinan, B. H. Hayadi, and U. P. Utama, "Journal of Computer and Engineering Science Volume 1, Nomor 2, April 2022 Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Melalui Citra Daun (Multilayer Perceptron)," *J. Comput. Eng. Sci. Vol.*, vol. 1, no. April, pp. 37–44, 2022.
- [23] S. Mishra, R. Sachan, and D. Rajpal, "Deep Convolutional Neural Network based Detection System for Real-time Corn Plant Disease Recognition," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 167, pp. 2003–2010, 2020.
- [24] A. Ardiansyah and N. F. Hasan, "Deteksi dan Klasifikasi Penyakit Pada Daun Kopi Menggunakan YOLOv7," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 12, no. 1, pp. 30–35, 2023.
- [25] Y. Sari, M. Alkaff, and M. Arif Rahman, "Identifikasi Penyakit Tanaman Ubi Kayu Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode Probabilistic Neural Network (PNN)," *J. Komtika (Komputasi dan Inform.)*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [26] Z. Liang *et al.*, "CNN-based image analysis for malaria diagnosis," *Proc. - 2016 IEEE Int. Conf. Bioinforma. Biomed. BIBM 2016*, pp. 493–496, 2017.