



Pemanfaatan Artificial Neural Network Terhadap Klasifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Citra Daun

Nandi Sunandar¹, Joko Sutopo²

^{1,2}Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia

e-mail: nandisunandar784@gmail.com¹, jksutopo@uty.ac.id²

Abstract

Rice is a type of plant that is very essential for humans. Rice is used as a staple food by a large portion of people, especially in Asia. Therefore, proper care and management of rice plants are crucial to maximize crop yields and meet the food needs in Indonesia, particularly for the staple diet. One of the common factors that hinder rice production is diseases that affect rice plants. If left untreated, it can have a detrimental impact on the much-needed rice production in Indonesia. Some common rice diseases include Bacterial Leaf Blight, Brown Spot, and Leaf Smut. Hence, early detection is required as a preventive measure against these diseases. One way to address this issue is by applying artificial intelligence, where AI can play a significant role in disease identification in rice plants. This allows farmers to take clear actions in disease management. Identification is performed using leaf images and an Artificial Neural Network (ANN) algorithm with an accuracy of 83%.

Keywords: Rice, Identification, Crops, Artificial Intelligence, Diseases.

Abstrak

Padi merupakan suatu jenis tanaman yang sangat di perlukan oleh manusia. Padi di gunakan sebagai tanaman yang akan di jadikan makanan pokok Sebagian besar orang terutama di Asia. oleh karna itu penanganan dalam perawatan tanaman padi sangatlah penting untuk memaksimalkan hasil panen sehingga kebutuhan dalam bidang pangan di Indonesia terpenuhi khususnya pada makanan pokok. Faktor yang sering menjadi penghambat dalam tingkat produksi padi yaitu penyakit yang menyerang tanaman padi. Jika itu di bairkan maka akan berdampak buruk bagi produksi padi yang di butuhkan di Indonesia. Beberapa penyakit padi yang sering menyerang diantaranya seperti Bacterial leaf blight, Brown spot, dan Leaf smut. Maka dari itu di perlukannya deteksi dini sebagai bentuk pencegahan dalam penyerangan penyakit pada tanaman padi. Salah satu cara yang dapat di gunakan dalam menangani masalah ini yaitu dengan mengaplikasikan kecerdasan buatan di dalamnya, dimana dalam system ini kecerdasan buatan sangatlah dapat menjadi solusi untuk melakukan identifikasi pada jenis penyakit yang menyerang tanaman padi sehingga para petani dapat melakukan penanganan dengan jelas. Pengidentifikasiandi lakukan dengan menggunakan citra daun dengan menggunakan algoritma ANN (Artificial Neural Network) dengan hasil akurasi yang di dapatkan sebesar 83%.

Kata kunci: Padi, Peteksi, Tanaman, Kecerdasan Buatan, Penyakit.

1. PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman yang berasal dari India dan Indocina,tanaman padi di perkenalkan pertama kali di Indonesia sekitar tahun 1500 SM oleh para leluhur kita. Padi sendiri memiliki nama latin *Oryza Sativa*, tanaman tersebut sangatlah berperan penting dalam budidaya terutama di Kawasan Asia. Padi bukan hanya mrnjadi tanaman pokok, melaikan menjadi komonditas utama dalam memenuhi kebutuhan pangan. Dp perkiraan tanaman ini menjadi makanan pokok di Indonesia semenjak masa Kerajaan Hindu-Budha di nusantara[1]. Tanaman padi



menjadi makanan nomor 1 di Asia terlebih lagi di Asia Tenggara dan akan terus membutuhkan peningkatan produksinya.

Indonesia menjadi negara dengan tingkat konsumsi padi terbesar di Asia melebihi beberapa negara lainnya seperti China, Korea, Malaysia dan negara di Kawasan tersebut. Oleh sebab itu sangat di perlukannya cara memelihara yang tepat guna memaksimalkan produksi padi di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi padi pada tahun 2021 mencapai angka sebesar 54,42 juta ton[2]. Hal itu merupakan sebuah penurunan yang cukup tinggi pada tahun sebelumnya (2020) yang mencapai 54,65 juta ton. Hal itu dampak berakibat buruk apabila tidak segera di tangani. Penyakit yang menyerang tanaman padi menjadi salah satu faktor turunya produksi tanaman padi.

Hawar daun, dalam Bahasa latin juga di sebut Bacterial Leaf Blight, di akibatkan oleh suatu bakteri yang bernama *Xanthomonas oryzae* penyakit yang di sebabkan oleh bakteri tersebut merupakan salah satu penyakit yang sering menyerang tanaman padi di dunia. Penyebaran penyakit ini sangatlah cepat dan juga cukup merepotkan terlebih lagi dampak penyebaran penyakit hawar daun menyebabkan pertumbuhan terhambat, biji padi yang kurang maksimal, kualitas padi yang kurang, serta tingginya persentase beras yang pecah. Penangan yang dapat di lakukan yaitu dengan pemberian pupuk yang seimbang sesuai kondisi, pembasmian terhadap rerumputan yang berpotensi terkena penyakit, dan pengeringan lahan secara berkala dengan membiarkan lahan terendam selama 1 hari dan dikeringkan selama 3-4 hari, terutama di daerah dengan serangan penyakit yang endemik[3].

Brown Spot merupakan infeksi jamur *Cercospora oryzae* yang menyerang tanaman padi. Ciri dari tanaman yang terkena Penyakit ini adalah adanya titik putih di Tengah daun, penyakit ini di sebabkan kurangnya kesuburan tanah dan berkembang pada tanaman yang mengalami stres air. Penanganan yang dapat di lakukan seperti pemberian nutrisi tanah, pemakaian varietas tahan, serta penggunaan bahan kimia seperti iprodione, carbendazim, mancozeb, dan propiconazole.

Jenis jamur lain yang sering menyerang tanaman padi adalah jamur *Helminthosporium oryzae*, di kenal juga dengan *Drechslera oryzae* (*Cochliobolus miyabeanus*). Konidia dari *H. Oryzae* memiliki warna coklat, bentuk silindris yang sedikit melengkung, serta memiliki 6-17 sekat, dengan bagian tengah yang sedikit melebar.[4] pada kasus ini, bisa di gunakan dalam penanggulangan untuk mengetahui jenis penyakit yang menyerang, Kecerdasan buatan adalah salah satu teknologi yang banyak digunakan oleh semua jenis mulai dari bisnis kecil hingga besar[5] dengan melibatkan kecerdasan buatan dapat mengetahui jenis penyakit melalui identifikasi gambar daun yang akan di berikan pelatihan untuk mengetahui karakteristik pada setiap daun yang teridentifikasi. Sehingga sistem dapat mengetahui perbedaan di setiap jenis penyakit. Penelitian sejenis telah dilakukan sebelumnya, seperti pada penelitian mengenai identifikasi jenis penyakit pada tanaman tomat menggunakan citra daun dengan menggunakan metode ANN yang memiliki akurasi sebesar 78%[6]. Penelitian tersebut dapat menjadi acuan dalam mengembangkan solusi serupa.

Penelitian serupa juga pernah dilakukan [7] dalam proses ini penulis melakukan klasifikasi jenis penyakit pada tanaman padi dengan citra gambar namun dengan metode yang berbeda pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan CNN (convolutional neural network). Pada proses penelitian ini hal yang yaitu *preprocessing* hal itu digunakan untuk menyeragamkan data. Penelitian ini menggunakan beberapa parameter seperti size, ukuran karnel yang di sama ratakan, *learning rate*, *epoch*, jenis optimizer dan batch size hasil yang di dapatkan dalam penelitian ini cukup memuaskan dengan akurasi sebesar 91,7%. Penelitian berikutnya [8] melakukan klasifikasi terhadap daging sapi dan juga daging babi, penelitian ini menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Dengan percobaan untuk mendapatkan optimizer terbaik diantaranya SGD, Adam, RMSprop dengan kombinasi beberapa konfigurasi hyperparameter. yang di mana dari hasil penelitian tersebut di temukan bahwasanya SGD adalah optimizer terbaik pada penelitian tersebut dengan tingkat Accuracy mencapai 97,83% precision 97% dan recall 97%.

Referensi [9] mengacu pada sebuah penelitian yang melakukan klasifikasi gambar daun dengan tujuan mengidentifikasi berbagai jenis tanaman obat. Metode yang di lakukan dalam penelitian ini yaitu Convolutional Neural Network (CNN) dan menganalisis data yang terdiri dari gambar daun yang dikumpulkan dari berbagai wilayah di Bangladesh serta sumber lainnya, dengan jumlah total data pelatihan mencapai 34.123 gambar. Hasil akhir dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mengklasifikasikan jenis-jenis tanaman obat dengan tingkat akurasi sebesar 71,3%. Selain itu, dalam referensi [10], terdapat penelitian lain yang menerapkan metode Artificial Neural Network (ANN) sebagai klasifikasi wajah berdasarkan rentang usia yang diestimasi. Hasil dari penelitian tersebut mencapai tingkat akurasi yang memuaskan, yaitu sebesar 86%.

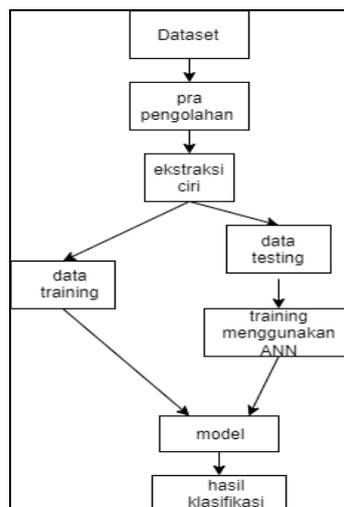
Kejadian serupa terdapat dalam referensi [10], yang mencakup penelitian tentang klasifikasi citra dengan fokus pada pengklasifikasian bumbu dan rempah menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Dalam penelitian ini, menggunakan 2 lapisan konvolusi, dengan masing-masing lapisan memiliki 10 dan 20 filter, dan hasil akhir menunjukkan bahwa sistem berhasil mencapai tingkat akurasi keseluruhan sebesar 88,89%.

Referensi [11] mengacu pada penelitian tentang penyakit pada tanaman, di mana algoritma K-Nearest Neighbor digunakan untuk mengklasifikasikan penyakit tanaman sawit berdasarkan citra daun. Klasifikasi ini difokuskan pada dua jenis penyakit yang disebabkan oleh hama-hama Limacodidae dan Psychidae. Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi 55% untuk penyakit pertama dan 72,5% untuk penyakit kedua. Selain itu, dalam penelitian deteksi penyakit pada tanaman apel yang tercatat dalam referensi [12], penggunaan citra daun dan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) digunakan. Penelitian ini melibatkan dataset berjumlah 7700 citra dan berhasil mencapai tingkat akurasi yang sangat baik, mencapai 97,1%.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode pada penelitian kali ini menggunakan ANN (Artificial Neural Network) memiliki kemampuan unggul dalam mengolah data yang rumit dan tidak tepat, serta dapat menyelesaikan permasalahan yang tidak terstruktur. ANN juga dapat melakukan perhitungan secara paralel, menghasilkan proses komputasi yang lebih cepat, dan membangun representasi informasi secara mandiri selama proses pembelajaran [13].

Penelitian ini mengembangkan sistem berdasarkan data penyakit yang diperoleh dalam bentuk gambar. Gambar-gambar ini diambil melalui sebuah situs web yang menyediakan berbagai dataset yang siap digunakan. Dalam penelitian ini, kami menggunakan data sekunder berupa gambar yang kami peroleh melalui UCI Machine Learning Repository, yang merupakan sumber data pada proyek Machine Learning dan Intelligent System. Kami mencari data gambar penyakit daun padi dengan menggunakan kata kunci "Rice Leaf Diseases Data Set" di situs web tersebut. Dataset ini terdiri dari tiga jenis penyakit tanaman padi, yaitu Bacterial Leaf Blight, leaf smut dan Brown Spot, masing-masing terdiri dari 40 gambar, sehingga total terdapat 120 gambar dalam format JPG. Di Gambar 1, kami memperlihatkan arsitektur model dalam penelitian ini.



Gambar 1. Arsitektur model dalam penelitian

2.1. Proses Pembuatan Sistem

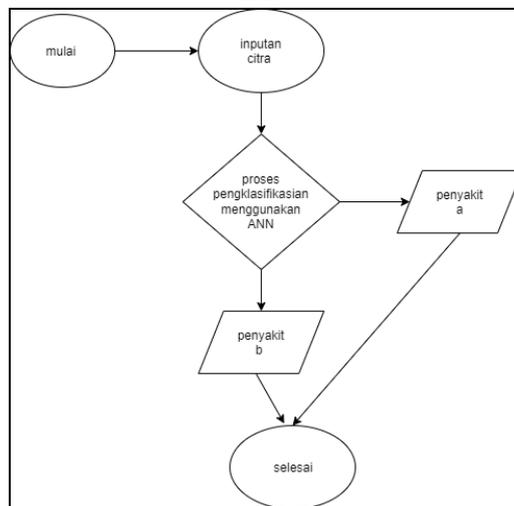
Proses pembuatan system di awali dengan Preprocessing berfungsi untuk menyamakan unsur inputan citra yang akan di gunakan agar unsur citra menjadi seragam. Hal ini dikarnakan setiap citra pasti memiliki unsur yang sangat bervariasi sekaligus tahapan preprocessing di gunakan untuk memperjelas fitur dari citra. Package yang di gunakan dalam preprocessing ini yaitu keras sebagai proses melakukan pengklasifikasian. Pada penelitian ini semua size citra di samakan menjadi 256 x 256 pixel. Hal ini di gunakan untuk memudahkan pada saat di lakukan proses training. tahap selanjutnya di lakukan pelabelan katagori yaitu memberikan lebel data *training* dan *testing*. Pelabelan pada citra di lakukan



sesuai kategorinya yang bertujuan agar machine dapat melakukan prediksi dengan baik. Pelabelan di lakukan sesuai dengan jumlah data dimana untuk data train sebanyak 56 dan data test sebanyak 24 dimana angka 1 memiliki nilai true dan angka 0 memiliki nilai false.

Tahapan dalam pembuatan model ANN di lakukan untuk memperoleh model yang mampu menghasilkan nilai akurasi yang terbaik. Dalam tahapan ini juga di lakukan perbandingan dari beberapa parameter pada arsitektur ANN sehingga dapat mengetahui model yang paling baik. Berikut beberapa parameter yang di lakukan perbandingan diantaranya : nilai *epoch*, jenis optimizer dan scenario dataset.

Dalam proses pelatihan, data latih diberikan ke jaringan untuk perambatan maju (feedforward), menghasilkan output yang dibandingkan dengan target latih. Proses pengujian melibatkan perbandingan antara target uji dan output yang dihasilkan saat melakukan perambatan maju (feedforward) pada data uji[6]. Parameter yang di pertimbangkan dalam memperoleh arsitektur yang paling baik yaitu parameter *epoch*. *Epoch* merupakan salah satu bagian dalam proses Artificial Neural Network *learning*, jumlah *epoch* yang di tetapkan dapat berpengaruh pada proses pembelajaran dan akan berhenti pada jumlah *epoch* yang telah di tentukan, *epoch* memiliki proses kerja yang mirip dengan iterasi, namun *epoch* ialah iterasi dengan rambatan balik. *Epoch* merupakan parameter kunci yang mengontrol seberapa sering algoritma *deep learning* melalui seluruh dataset dalam dua arah baik secara *forward* maupun *backward* [8]. Dalam penelitian ini di lakukan tiga perbandingan nilai *epoch* yaitu sebesar 50, 100 dan 150.



Gambar 2. Alur Sistem

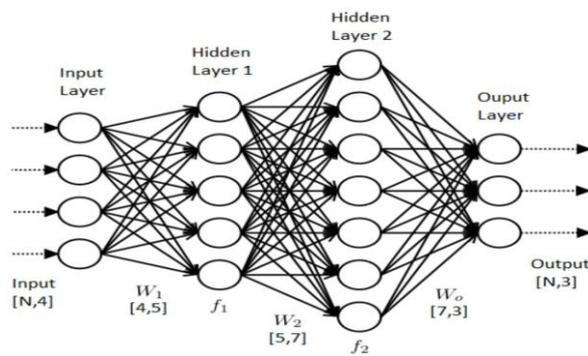
Gambar 2 merupakan rancangan cara kerja aplikasi yang akan di buat dengan tahapan pemasukan data yang selanjutnya data akan di olah sehingga system dapat melakukan penggolongan ataupun melakukan proses pengklasifikasi sesuai dengan data latih yang telah di tentukan sehingga dapat menggolongkan data kedalam salah satu jenis penyakit yang telah di latih. Maka dari itu outputan yang



di hasilkan merupakan nama dari penyakit yang telah di identifikasi oleh system sesuai dengan ciri-ciri dari bentuk citra yang di inputkan.

2.2. Pemodelan ANN

Proses pengembangan model Artificial Neural Network (ANN) melibatkan serangkaian tahapan untuk mencapai tingkat akurasi yang optimal. Pada tahap ini, eksperimen dilakukan untuk menemukan arsitektur ANN yang paling sesuai dengan tujuan penelitian. Dalam proses ini, perbandingan dilakukan terhadap beberapa parameter kunci dalam arsitektur ANN, seperti jumlah *epoch*, jenis optimizer, dan variasi dataset, untuk mendapatkan model yang paling efektif.



Gambar 3. ANN

Dalam proses pelatihan, data latih diberikan ke jaringan untuk perambatan maju (feedforward), menghasilkan output yang dibandingkan dengan target latih. Proses pengujian melibatkan perbandingan antara target uji dan output yang dihasilkan saat melakukan perambatan maju (feedforward) pada data uji[7].

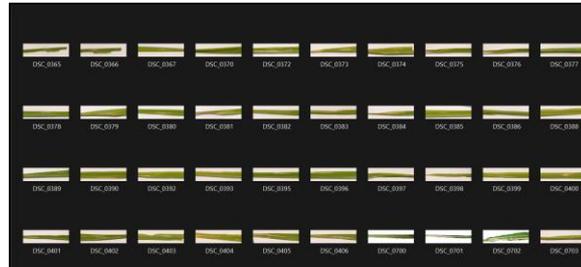
Parameter pertama yang dibandingkan dalam mendapatkan arsitektur terbaik yaitu jumlah *epoch*. *Epoch* merupakan elemen kunci terhadap proses Artificial Neural Network *learning*, di mana nilai *epoch* yang telah ditentukan akan berpengaruh pada bagaimana proses *learning* dan pelatihan akan berhenti setelah mencapai jumlah *epoch* yang telah ditentukan. *Epoch* juga merupakan parameter kunci yang mengontrol seberapa sering algoritma deep learning melalui seluruh dataset dalam dua arah yaitu proses forward dan backward. Dalam penelitian ini, kami akan membandingkan nilai *epoch* sebanyak 50, 100, dan 150 pada data penelitian.

2.3. Data penelitian

Data pada penelitian ini berasal dari sumber data sekunder yang ditemukan di UCI Machine Learning Repository, yang merupakan arsip yang dapat diakses melalui website archive.ics.uci.edu. Situs tersebut menyediakan beragam data yang digunakan dalam proyek-proyek Machine Learning dan Intelligent System. Pencarian data dilakukan dengan menggunakan kata kunci "Rice Leaf Diseases Data Set" untuk mencari dataset citra yang berkaitan dengan penyakit daun padi. Dataset tersebut terdiri dari dua kategori utama yaitu *Bacterial Leaf Blight*, *Brown Spot* dan *leaf smut* dimana masing-masing memiliki 40 citra. Jumlah total citra



dalam dataset ini adalah 120 citra dengan format file JPG. Gambargambar daun padi diambil dengan *background* putih di bawah sinar matahari langsung. Data ini didapatkan oleh Dharmsinh Desai University melalui Departemen Teknologi Informasi di Gujarat, India, sebagaimana terlihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Dataset

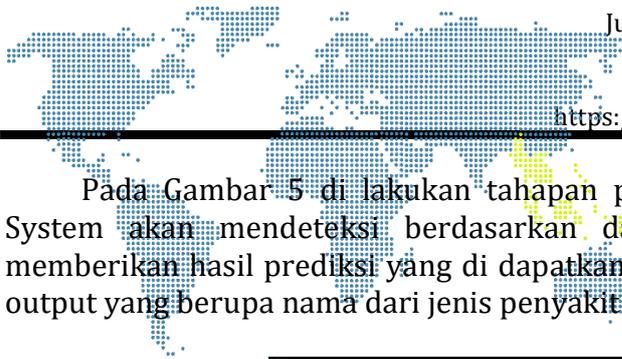
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data uji yang di gunakan yaitu sebanyak 40 data set dari setiap jenis penyakit. Dataset di dapatkan dengan cara mengamil citra daun terlebih dahulu kemudian memasukan data tersebut kedalam system untuk mengetahui jenis penyakit. Data pelatihan diperoleh melalui UCI Machine Learning Repository yang dapat diakses melalui situs archive.ics.uci.edu. Website ini merupakan sumber data yang di peruntukan terhadap proyek-proyek Machine Learning ataupun Intelligent System. Untuk mengakses dataset gambar penyakit daun padi, kami menggunakan kata kunci "Rice Leaf Diseases Data Set".

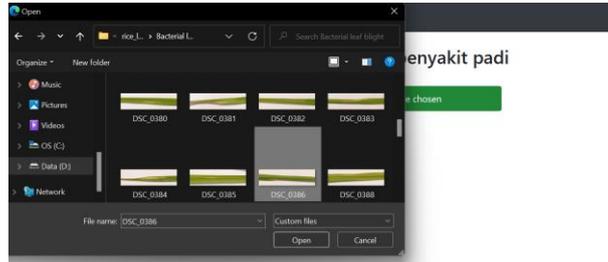
Dataset tersebut kemudian akan di jadikan data training dengan cara di lakukan preprosesing dan juga di lakukan proses labelling image dengan memberikan penanda pada setiap objek untuk di tandai. Label-label diberikan kepada citra sesuai dengan kategorinya dengan tujuan memungkinkan mesin untuk melakukan prediksi. Pelabelan di lakukan sesuai dengan jumlah data dimana untuk data train sebanyak 56 dan data test sebanyak 24 dimana angka 1 memiliki nilai true daan angka 0 memiliki nilai false. Setelah didapatkan hasil pre-processing dataset selanjutnya untuk melatih dataset dengan menggunakan Google Colabotary. Untuk pelatihan ini digunakan 100 *epochs* layer.



Gambar 5. Tampilan Prediksi



Pada Gambar 5 di lakukan tahapan prediksi dari citra yang di masukan. System akan mendeteksi berdasarkan data latih yang di inputkan untuk memberikan hasil prediksi yang di dapatkan. System tersebut akan menghasilkan output yang berupa nama dari jenis penyakit yang di prediksi oleh system.



Gambar 6. Pemasukan Gambar

Selanjutnya pada Gambar 6 pengguna memasukan citra yang akan di deteksi jenis penyakitnya dan setelah itu pengguna menekan tombol “predict!” untuk menjalankan sistem melakukan proses pengklasifikasian terhadap citra yang di inputkan.



Gambar 7. Hasil

Gambar 7 memperlihatkan hasil dari prediksi jenis penyakit apa yang menyerang tanaman tersebut dengan menggunakan pengklasifikasian sistem ini, dalam pendeteksian di atas hasil dari pengklasifikasian di dapatkan bahwa system mendeteksi penyakit yang menyerang merupakan penyakit *Bacterial leaf blight*.

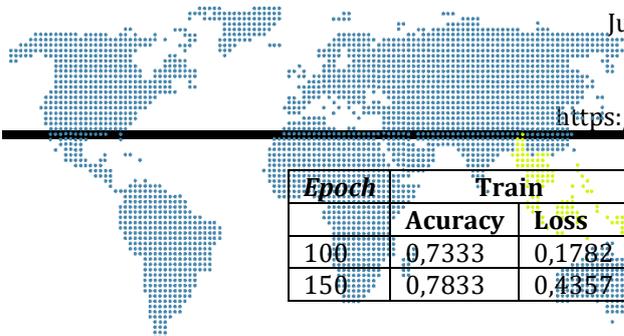
3.1. Pembuatan Model

Dalam melakukan percobaan agar menghasilkan model dengan akurasi tinggi yaitu dengan melakukan beberapa percobaan

a) Pengaruh jumlah layer konvolusi

Tabel 1. Pengaruh Jumlah *Epoch*

<i>Epoch</i>	Train		Test	
	Acuracy	Loss	Acuracy	Loss
50	0,8667	0,3103	0,8500	0,4218



Epoch	Train		Test	
	Acuracy	Loss	Acuracy	Loss
100	0,7333	0,1782	0,8533	0,1466
150	0,7833	0,4357	0,8500	0,4654

Tabel 1 memperlihatkan semakin tinggi nilai *epoch* tidak berpengaruh terhadap bagusnya akurasi yang di hasilkan. Melainkan berpengaruh pada waktu yang di perlukan dalam pemrosesan.

b) Pengaruh *Optimizer*

Tabel 2 pada dapat di simpulkan bahwasanya optimizer terbaik adalah Adam derngan akurasi mencapai 0,86.

Tabel 2. Pengaruh Optimizer

Optimizer	Akurasi	Loss
Adam	0,8667	0,31
SGD	0,48	0,69
RMSprop	0,51	0,49

c) Pengaruh *Learning rate*

Dalam Tabel 3 di simpulkan bahwasanya *learning rate* terbaik yaitu 0,001 dimana dengan semakin kecilnya *learning rate* berpotensi menjadikan pemrosesan lebih baik.

Tabel 3. Pengaruh Learning rate

Learning rate	Accuracy	Loss
0.001	86%	0.313
0.006	74%	0.3710
0.007	76%	0.3592

3.2. Evaluasi Model

Pada Gambar 8 terdapat beberapa nilai yang dihasilkan dari confusion matrix untuk setiap kelasnya. Secara keseluruhan, akurasi mencapai 83%, sementara presisi mencapai 84%. Nilai recall juga mencapai 84%, dan f1-score mencapai 83%.

```
1/1 [=====] - 0s 99ms/step
              precision    recall  f1-score   support

Bacterial leaf blight      0.77      0.91      0.83        11
  Brown spot              0.91      0.77      0.83        13

   accuracy                   0.83        24
  macro avg              0.84      0.84      0.83        24
  weighted avg          0.84      0.83      0.83        24

Accuracy : 0.8333333333333334
Precision : 0.844988344988345
f1Score : 0.8333333333333334
```

Gambar 8. Confution Matriks



4. SIMPULAN

Dalam tahapan analisis yang dilakukan, telah diperoleh beberapa kesimpulan penting. Pertama, implementasi Artificial Neural Network (ANN) Dalam upaya pengklasifikasikan citra daun pada tanaman padi yang terkena penyakit, dilakukan pencarian arsitektur terbaik dengan membandingkan parameter *epoch*. Melalui perbandingan ini, diperoleh hasil yang membantu dalam menentukan parameter-parameter optimal untuk model Artificial Neural Network (ANN). Arsitektur ANN terbaik yang ditemukan berdasarkan perbandingan parameter-parameter tersebut adalah dengan menggunakan citra berukuran 128x128 piksel, dengan ukuran kernel 3x3, *learning rate* sebesar 0,001, optimizer jenis menggunakan Adam, penggunaan *epoch* sebanyak 100, batch size sebesar 32, dan menggunakan skenario perbandingan dataset dengan nilai perbandingan 75%:25%. Selain itu, citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra RGB. Selanjutnya, akurasi yang dihasilkan dari pengujian menggunakan model arsitektur terbaik pada klasifikasi penyakit pada tanaman padi adalah sebesar 0,8333%. Ini menunjukkan bahwa model yang telah disusun mampu mengidentifikasi jenis penyakit dengan tingkat akurasi yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Erianto, "Beras: Sejarah, Produksi, Konsumsi, dan Impor Indonesia," *Paparan Topik*. <https://www.kompas.id/baca/paparan-topik/2022/02/18/beras-sejarah-produksi-konsumsi-dan-impor-indonesia> (accessed Jun. 03, 2023).
- [2] B. pusat Statik, "Produksi Padi Tahun 2021 Turun 0,43 persen (Angka Tetap)," *BADAN PUSAT STATISTIK*, 2022. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2022/03/01/1909/produksi-padi-tahun-2021-turun-0-43-persen--angka-tetap-.html> (accessed Nov. 17, 2022).
- [3] R. M. Kosanke, "Penyakit Kresek/Hawar Daun (Bacterial Leaf Blight)," *cybext cyber extension*, 2019. <http://www.cybex.pertanian.go.id/artikel/96984/gerdal-opt-penyakit-kresek-hawar-daun-bacterial-leaf-blight/> (accessed Nov. 17, 2022).
- [4] E. Herlisa, "Penyakit Bercak Daun Pada Tanaman Padi," *cybext cyber extension*, 2020. <http://cybex.pertanian.go.id/artikel/90421/penyakit-bercak-daun-pada-tanaman-padi/>
- [5] U. Rahardja, "Masalah Etis dalam Penerapan Sistem Kecerdasan Buatan," *Technomedia J.*, vol. 7, no. 2, pp. 181–188, 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i2.1895.
- [6] A. W. Putri, "Implementasi Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation Untuk Klasifikasi Jenis Penyakit Pada Daun Tanaman Tomat," *MATHunesa J. Ilm. Mat.*, vol. 9, no. 2, pp. 344–350, 2021, doi: 10.26740/mathunesa.v9n2.p344-350.
- [7] S. Amiril Danur Rahmah, "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Pada Klasifikasi Penyakit Padi Melalui Citra Daun," *Dspace.Uii.Ac.Id*, 2020, [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/30189%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/30189/16611043> Siti Rahmah Danur Amiril.pdf?sequence=1
- [8] D. Efendi, S. Sanjaya, F. Syafria, and E. Budianita, "Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network Arsitektur ResNet-50 untuk Klasifikasi Citra Daging Sapi dan Babi," *J. Ris. Komput.*, vol. 9, no. 3, pp. 2407–389, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i3.4176.

- [9] R. I. Borman, I. Ahmad, and Y. Rahmanto, "Klasifikasi Citra Tanaman Perdu Liar Berkhasiat Obat Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Radial Basis Function," *Bull. Informatics Data Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 6–13, 2022.
- [10] I. Wulandari, H. Yasin, and T. Widharin, "Klasifikasi Citra Digital Bumbu Dan Rempah Dengan Algoritma Convolutional Neural Network (Cnn)," *J. Gaussian*, vol. 9, no. 3, pp. 273–282, 2020, doi: 10.14710/j.gauss.v9i3.27416.
- [11] A. Yuliani, A. Labellapansa, and A. Yulianti, "Klasifikasi Citra Daun Kelapa Sawit Yang Terkena Dampak Hama Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *Semin. Nas. Inform. Medis*, pp. 73–78, 2019.
- [12] M. R. D. Septian, A. A. A. Paliwang, M. Cahyanti, and E. R. Swedia, "Penyakit Tanaman Apel Dari Citra Daun Dengan Convolutional Neural Network," *Sebatik*, vol. 24, no. 2, pp. 207–212, 2020, doi: 10.46984/sebatik.v24i2.1060.
- [13] N. Anisa, "Mengenal Artificial Neural Network – School of Information Systems," *sis.binus.ac.id*, 2022, [Online]. Available: <https://sis.binus.ac.id/2022/02/14/mengenal-artificial-neural-network/>