

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa*) merupakan salah satu komoditas pangan utama yang menempati posisi ketiga setelah jagung dan gandum di antara berbagai jenis biji-bijian [1]. Sektor pertanian memegang peran yang sangat penting dalam perekonomian negara, terutama karena ia menyediakan bahan pangan yang dibutuhkan oleh masyarakat [2]. Beras berperan sebagai makanan pokok penting di banyak negara. Seiring bertambahnya populasi dunia, konsumsi dan permintaan terhadap beras juga meningkat [3]. Namun, tanaman padi mudah terpengaruh oleh berbagai penyakit, khususnya yang menyerang bagian daun. Organisme pengganggu tanaman (OPT) adalah semua organisme yang dapat menyebabkan dan menimbulkan kerusakan fisik, gangguan fisiologi dan biokimia, atau kompetisi hara terhadap tanaman budidaya. Organisme yang menjadi penyebab penyakit pada tanaman adalah patogen. Patogen tersebut akan mengganggu tanaman secara terus menerus, akibatnya aktivitas sel tanaman menjadi abnormal sehingga menimbulkan gejala pada tanaman [4]. Beberapa faktor, seperti cuaca yang berubah-ubah, pemakaian pupuk yang kurang tepat, dan serangan hama, turut mempengaruhi penyebaran penyakit daun padi.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023, luas panen padi diperkirakan mencapai 10,21 juta hektar dengan perkiraan produksi sebesar 53,98 juta ton gabah kering giling (GKG). Produksi padi di Indonesia dari Januari hingga Desember 2023 tercatat sekitar 53,63 juta ton GKG, mengalami penurunan sebanyak 1,12 juta ton GKG (2,05 %) dibandingkan dengan tahun 2022 yang mencapai 54,75 juta ton GKG. Selain itu, potensi produksi padi pada subround Januari-April 2024 diperkirakan mencapai 18,59 juta ton GKG, turun sekitar 3,95 juta ton GKG (17,54 %) dari produksi pada periode yang sama di tahun 2023 yang tercatat sebesar 22,55 juta ton GKG[5] . Produk agraria, khususnya beras yang berasal dari tanaman padi, merupakan bahan pangan pokok yang permintaannya terus meningkat setiap tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk.

Upaya untuk meningkatkan efisiensi produksi padi sering kali dipengaruhi oleh berbagai faktor penghambat yang dapat mengakibatkan penurunan hasil produksi. Salah satu faktor yang secara signifikan mempengaruhi tingkat produksi padi adalah serangan organisme hama tanaman (OPT) [6]. Deteksi dan diagnosis penyakit pada daun padi sering kali dilakukan secara manual oleh para petani dan ahli pertanian. Pendekatan ini tidak hanya memerlukan waktu yang lama, tetapi juga berisiko mengalami kesalahan karena faktor manusia. Di samping itu, minimnya pengetahuan dan pemahaman tentang gejala awal penyakit menyebabkan banyak petani terlambat mengambil langkah pencegahan. Hal ini berujung pada infeksi yang meluas pada tanaman padi, yang berakibat pada penurunan hasil panen yang signifikan. Menurut Aqmarina, Penyakit pada tanaman padi dapat muncul sejak awal pertumbuhan hingga masa panen, sehingga harus diantisipasi dan dikendalikan dengan tepat agar kerusakan yang terjadi tidak menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan. Keberhasilan dalam memanen padi merupakan faktor yang sangat penting dan berpengaruh. Efisiensi produksi padi sering kali dihadapkan pada berbagai tantangan, termasuk serangan hama dan penyakit [7]. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang mampu membantu mendiagnosis penyakit dengan cepat dan akurat.

Saat ini, teknologi kecerdasan buatan telah memberikan kontribusi yang signifikan di berbagai sektor untuk menyelesaikan berbagai masalah, termasuk di sektor pertanian. Pendekatan modern yang paling populer meliputi penerapan *machine learning* dan *deep learning* dengan memanfaatkan berbagai algoritma untuk meningkatkan akurasi dan kemampuan dalam mendeteksi serta mendiagnosis penyakit tanaman [8]. Identifikasi dan studi lebih lanjut tentang penyakit padi dapat membantu menemukan solusi terbaik untuk mengatasi kekurangan hasil panen. Deteksi penyakit padi sangat penting untuk mencegah penyebaran dan kerusakan lebih lanjut, namun metode konvensional sering kali kurang efektif dan memerlukan keterampilan teknis. Tantangan dalam identifikasi visual oleh petani disebabkan oleh kesamaan gejala serta variasi pada kondisi daun padi. Selain itu, akses terbatas terhadap teknologi di daerah pedesaan juga menjadi hambatan dalam mendapatkan informasi dan alat yang dapat membantu dalam proses identifikasi penyakit. Data pengamatan yang diuji menunjukkan bahwa sistem ini dapat

mendiagnosis jenis penyakit yang menyerang tanaman berdasarkan berbagai gejala yang diamati, serta memberikan rekomendasi untuk pengendalian penyakit. Sistem ini juga dapat menjadi alat bagi para penyuluh [9].

Deep learning merupakan teknik modern terbaru untuk pemrosesan gambar dan analisis data, dengan menjanjikan hasil dan potensi yang besar. Karena *deep learning* telah berhasil diterapkan di berbagai domain, baru-baru ini memasuki juga domain pertanian. *Deep learning* pada dasarnya merupakan sub bagian dari *machine learning*. *Machine learning* adalah sebuah program komputer yang mampu belajar dari pengalaman, sehingga semakin banyak pengalaman yang diberikan kepada *machine learning* akan meningkatkan performanya menjadi semakin baik [10]. Namun dalam prakteknya, algoritma *machine learning* tradisional tidak akan membaik secara signifikan ketika sudah sampai titik tertentu, sebanyak apapun data yang diberikan. Untuk itulah *deep learning* dibuat untuk menyelesaikan masalah performa pada algoritma *machine learning* tradisional ketika pertumbuhan data semakin membesar [11].

Teknologi Pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan dalam klasifikasi penyakit daun dapat mempercepat proses identifikasi gangguan yang menyerang daun tanaman padi, sehingga memudahkan petani dalam pengambilan tindakan, salah satunya melalui penggunaan *Complex-Valued Neural Network* (CVNN). Keunggulan CVNN terletak pada kemampuannya untuk mengintegrasikan dan memahami fitur secara efisien, sehingga mampu mengidentifikasi perbedaan kecil yang sering terjadi pada penyakit daun padi. Berdasarkan hasil eksperimen, model *Complex-Valued Neural Network* (CVNN) menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan *Convolutional Neural Network* (CNN), terutama dalam hal peningkatan akurasi yang cukup signifikan [12]. Dalam penerapannya pada klasifikasi penyakit pada daun padi, peningkatan akurasi ini menjadi sangat krusial untuk mendukung proses identifikasi dan klasifikasi penyakit secara lebih akurat. Selain itu, karakteristik gambar daun padi yang mengandung informasi kompleks menjadikan pendekatan berbasis data kompleks sangat relevan. Dengan kemampuannya dalam menangani komponen data real dan imajiner, CVNN mampu memberikan pemahaman yang lebih mendalam terhadap data semacam ini, yang biasanya sulit diproses secara optimal oleh jaringan saraf tradisional. Terdapat

penelitian yang dilakukan oleh Saputra, dkk [13] yang berjudul “Penerapan Algoritma *Convolutional Neural Network* Dan Arsitektur *MobileNet* Pada Aplikasi Deteksi Penyakit Daun Padi” bahwa faktor yang dapat menyebabkan gagalnya produktivitas tanaman padi, salah satunya adalah hama dan penyakit daun padi. Hingga 25% kegagalan panen padi disebabkan oleh penyakit bercak daun padi. Sehingga pada penelitian ini melakukan penerapan algoritma CNN dan arsitektur *mobilenet* untuk membantu para petani mendeteksi penyakit daun tanaman menghasilkan akurasi yang sangat baik sebesar 92%. Selain itu penelitian lain dengan menggunakan Metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani juga pernah dilakukan, maka diperoleh hasil diagnosis bahwa penyakit yang menyerang tanaman padi. Dan berdasarkan pengolahan data baik secara sistem maupun manual diperoleh hasil yang sama yaitu Tanaman Padi Kemungkinan diserang penyakit Wereng coklat 66% dan penyakit Penggerek Batang 33% [14].

Berdasarkan pada latar belakang dan studi literatur yang telah dibahas sebelumnya, penelitian ini mengembangkan sistem kecerdasan buatan (AI) yang dapat mendeteksi penyakit daun padi secara otomatis dari gambar dengan cepat dan akurat. Dalam studi-studi sebelumnya, metode deteksi penyakit tanaman umumnya menggunakan teknik seperti *Convolutional Neural Network* (CNN). Namun, penelitian ini menawarkan pendekatan baru dengan menggabungkan *Complex-Valued Neural Network* (CVNN) dan *Fuzzy Inference System* (FIS). CVNN digunakan untuk mengklasifikasikan jenis penyakit berdasarkan gambar daun, sementara FIS digunakan untuk menentukan tingkat keparahan penyakit, sehingga hasilnya lebih mudah dipahami oleh pengguna, khususnya petani. Sehingga diharapkan dapat menghasilkan sistem yang mampu secara akurat mengenali berbagai jenis penyakit berdasarkan karakteristik yang teramati serta mengidentifikasi hubungan yang jelas antara karakteristik tersebut dan tingkat keparahan penyakit. Evaluasi sistem dilakukan dengan mengukur akurasi klasifikasi menggunakan *confusion matrix* dari model CVNN serta sistem FIS dalam menentukan tingkat keparahan penyakit, berdasarkan fitur yang dihasilkan dari gambar daun. Hipotesis ini didasarkan pada asumsi bahwa integrasi kedua metode tidak hanya akan meningkatkan efektivitas diagnosis, tetapi juga akan membantu petani dalam membuat keputusan yang lebih tepat mengenai

penanganan penyakit. Dengan diagnosa dini dan akurat, kerugian ekonomi akibat penyakit dapat diminimalkan. Hal ini membantu dalam mengurangi penggunaan pestisida yang berlebihan. Dengan meningkatkan produksi padi tanpa menambah lahan baru dan memastikan padi yang ditanam tidak mengidap penyakit, agar hasil panen padi bisa optimal dan meningkatkan produksi. Dengan demikian, hasil akhir penelitian berupa aplikasi GUI yang diharapkan dapat menjadi alat yang efektif bagi petani dalam membuat keputusan cepat dan tepat terkait pengelolaan tanaman padi mereka.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang, maka rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan *preprocessing* data citra daun padi untuk klasifikasi jenis penyakit dan penentuan tingkat keparahan?
2. Bagaimana menerapkan metode *Complex-Valued Neural Network* dalam melakukan klasifikasi terhadap jenis penyakit daun padi?
3. Bagaimana menerapkan metode *Fuzzy Inference System* untuk menentukan tingkat keparahan penyakit?
4. Bagaimana evaluasi hasil dari metode *Complex-Valued Neural Network* dan *Fuzzy Inference System* dalam melakukan diagnosa penyakit pada daun padi?
5. Bagaimana mengintegrasikan hasil dari metode untuk diagnosa penyakit pada daun padi dalam suatu desain sistem GUI?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan penulis agar pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan primer. Data primer diperoleh dari observasi di Desa Turi, Kecamatan Turi, Kabupaten Lamongan, sementara data sekunder diambil dari *Kaggle.com*, dan hasil penelitian sebelumnya.

2. Jenis data gambar daun padi yang digunakan dalam penelitian ini telah ditentukan, yaitu terdiri dari empat kategori: hawar daun bakteri, bercak coklat, *Blast*, dan daun sehat.
3. Gambar daun padi yang digunakan diambil manual menggunakan kamera smartphone.
4. Penelitian ini dirancang untuk pengembangan model dan evaluasi dalam mendiagnosa penyakit daun padi menggunakan *Complex-Valued Neural Network* untuk klasifikasi dan *Fuzzy Inference System* untuk menganalisis hubungan ciri-ciri penyakit dalam menentukan tingkat keparahan penyakit pada daun padi.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Melakukan proses *preprocessing* data citra daun padi untuk klasifikasi jenis penyakit dan data ciri-ciri penyakit untuk penentuan tingkat keparahan.
2. Melakukan proses metode *Complex-Valued Neural Network* untuk mengklasifikasi jenis penyakit pada daun padi
3. Melakukan proses metode *Fuzzy Inference System* untuk menganalisis hubungan antara ciri-ciri penyakit daun padi dengan tingkat keparahan penyakit yang dialami.
4. Melakukan proses evaluasi hasil dari metode *Complex-Valued Neural Network* dan *Fuzzy Inference System* dalam melakukan diagnosa penyakit pada daun padi.
5. Menerapkan model kedalam aplikasi GUI pada diagnosa penyakit daun padi.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan pada tujuan dari penelitian ini, berikut adalah beberapa manfaat yang dapat dihasilkan, diantaranya:

1. Penelitian ini memberikan solusi berbasis teknologi bagi petani untuk

mengenali penyakit pada daun padi dengan lebih cepat dan akurat melalui penerapan *Complex-Valued Neural Network* (CVNN). Menghasilkan pendekatan baru dalam klasifikasi penyakit tanaman dengan menggabungkan CVNN dan FIS, yang dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendorong inovasi di bidang pertanian melalui pengembangan model dan sistem cerdas berbasis kecerdasan buatan. Menjadi acuan dalam pengembangan sistem deteksi otomatis untuk penyakit pada daun padi. Meningkatkan pemahaman dan keterampilan dalam bidang *data science* dan *machine learning*, khususnya dalam penerapan CVNN dan FIS. Memberikan pengalaman langsung dalam penerapan AI untuk diagnosis penyakit tanaman, yang berkontribusi pada efisiensi dan efektivitas pertanian modern. Membuka peluang kolaborasi dengan para akademisi, peneliti, dan praktisi di bidang teknologi dan pertanian.
3. Penelitian ini dapat menjadi referensi yang dapat dimanfaatkan oleh peneliti lain dalam studi terkait diagnosis penyakit tanaman dengan pendekatan teknologi. Menawarkan panduan dalam mengeksplorasi hubungan antara karakteristik penyakit dan tingkat keparahan untuk analisis lanjutan. Memberikan pemahaman tentang bagaimana hasil diagnosis penyakit tanaman dapat digunakan dalam pengambilan keputusan manajerial di bidang pertanian.

Halaman ini sengaja dikosongkan