

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi merupakan komoditas utama dalam Model ketahanan pangan global dan menjadi sumber pangan pokok bagi sebagian besar penduduk dunia [1]. Di Indonesia, beras tidak hanya menjadi makanan pokok, tetapi berkaitan erat dengan stabilitas sosial, ekonomi, dan politik nasional [2]. Untuk memenuhi permintaan yang tinggi, dibutuhkan produksi padi dalam jumlah besar dan kualitas unggul [3]. Namun, berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, luas panen padi tahun 2023 menurun sebesar 2,86% dibandingkan tahun sebelumnya [4]. Penurunan ini menunjukkan adanya tantangan serius yang dihadapi sektor pertanian, khususnya dalam produksi tanaman padi.

Produktivitas tanaman padi sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Perubahan iklim ekstrem, seperti kekeringan berkepanjangan atau curah hujan yang berlebihan, serta serangan organisme pengganggu tanaman (hama, penyakit, dan gulma), merupakan faktor utama penyebab penurunan hasil panen [5]. Salah satu dampak nyata dari kondisi ini adalah menurunnya total produksi padi nasional sebesar 0,23% selama periode Januari hingga September 2023. Fenomena *El Nino* yang terjadi di berbagai wilayah penghasil padi, termasuk di Provinsi Jawa Tengah, memperburuk keadaan dan mengancam keberlangsungan produksi [6].

Masalah terkait penyakit dan kekeringan pada tanaman padi bukanlah hal baru. Selama ini, petani kerap menghadapi kesulitan dalam mendeteksi gejala awal secara cepat dan akurat [7]. Proses identifikasi penyakit tanaman masih banyak dilakukan secara manual melalui observasi visual yang sangat bergantung pada pengalaman masing-masing individu. Keterbatasan ini diperburuk oleh kekurangan tenaga ahli di lapangan. Seperti yang disampaikan oleh Ketua Gapoktan Desa Kaliori, Bapak Supardi, mayoritas petani di wilayah tersebut berusia lanjut dan masih mengandalkan peralatan konvensional dalam kegiatan bercocok tanam. Jika kondisi ini tidak segera ditangani, maka potensi

ancaman terhadap keberlanjutan ketahanan pangan nasional di masa mendatang akan semakin besar [8].

Gejala penyakit pada tanaman padi umumnya ditandai dengan kemunculan bercak berwarna atau berpola tertentu pada daun, batang, atau malai. Dari ketiga bagian tersebut, daun menjadi indikator awal yang paling sering menunjukkan gejala karena permukaannya yang luas dan mudah diamati [9]. Penyebab gejala ini dapat berasal dari berbagai faktor, seperti infeksi patogen, stres lingkungan ekstrem, serta belum optimalnya model pemantauan digital terhadap penyakit tanaman. Gejala-gejala ini sering kali menyebar dengan cepat, sulit dideteksi secara dini, dan dapat berdampak pada kerugian ekonomi yang signifikan, baik bagi petani maupun negara [10].

Berbagai pendekatan telah dikembangkan untuk menangani permasalahan ini, termasuk pemanfaatan algoritma klasifikasi penyakit berbasis metode *Machine Learning*, seperti *Support Vector Machine* (SVM) [11], *Convolutional Neural Network* (CNN) [12], dan *Transfer Learning* [13]), serta pendekatan lain seperti Model *fuzzy* [14] dan bioinformatika [15]. Namun, sebagian besar metode tersebut masih memiliki keterbatasan dalam mendeteksi penyakit secara cepat dan akurat dalam kondisi nyata di lapangan.

Dalam menghadapi tantangan klasifikasi bercak penyakit dan gejala kekeringan pada daun padi, penelitian ini mengusulkan penerapan arsitektur *CSPDarknet*, yang merupakan varian dari *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan efisiensi tinggi dan struktur yang mendukung ekstraksi ciri mendalam. *CSPDarknet* dirancang untuk mengatasi permasalahan *overfitting* dan meningkatkan kemampuan generalisasi model melalui pembagian alur ciri (*cross stage partial connection*) dalam proses pelatihan. Model ini dipilih karena kemampuannya dalam mengekstraksi ciri warna dan tekstur secara optimal dari citra daun padi yang memiliki pola visual kompleks.

Penelitian ini mengimplementasikan model *CSPDarknet Classifier* yang dibangun secara khusus dengan menambahkan blok C2f, modul SPPF (*Spatial Pyramid Pooling Fast*), dan mekanisme *Global Average Pooling* (GAP) untuk mendukung klasifikasi multi-kelas. *Dataset* dikumpulkan dari Desa Kaliori, Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas, dan dilakukan

augmentasi serta pelatihan menggunakan teknik *Stratified 5-Fold Cross-Validation* guna memastikan stabilitas dan keandalan performa model.

Dibandingkan dengan pendekatan konvensional, model ini menawarkan keunggulan dalam hal akurasi, efisiensi komputasi, dan kemudahan integrasi ke dalam Model *monitoring* pertanian berbasis perangkat lunak ringan. Keunggulan *CSPDarknet* dalam mengenali pola penyakit dan kekeringan secara presisi menjadikannya solusi yang relevan untuk diimplementasikan langsung di lapangan. Dengan adopsi teknologi ini, petani diharapkan dapat melakukan deteksi dini terhadap potensi kerusakan tanaman, sehingga dapat menjaga produktivitas padi secara berkelanjutan dan mendukung ketahanan pangan nasional.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah yang hendak dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang model klasifikasi penyakit dan kekeringan pada daun padi menggunakan algoritma *CSPDarknet* berbasis ekstraksi ciri warna dan tekstur?
2. Bagaimana tingkat akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1 score* yang dapat dicapai oleh model *CSPDarknet* dalam mengklasifikasikan penyakit dan kekeringan pada daun padi?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan model klasifikasi kondisi daun padi meliputi daun sehat, bercak daun coklat sempit, dan gejala kekeringan menggunakan model *CSPDarknetClassifier* yang dirancang khusus dengan pendekatan ekstraksi ciri warna dan tekstur dari citra digital. Model ini dibangun dengan mengintegrasikan komponen *C2f block*, *Spatial Pyramid Pooling Fast (SPPF)*, serta *Global Average Pooling (GAP)* guna meningkatkan efisiensi dan akurasi klasifikasi multi-kelas. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kinerja model menggunakan teknik *Stratified 5-Fold Cross-Validation* dan metrik evaluasi *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1 Score*, untuk mendapatkan gambaran objektif terhadap

efektivitas model dalam mengenali dan membedakan kondisi daun berdasarkan ciri visualnya.

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan model klasifikasi otomatis yang cepat, akurat, dan efisien sebagai solusi praktis dalam mendeteksi dini penyakit dan kekeringan pada daun padi. Model ini dapat membantu petani dalam pengambilan keputusan secara tepat waktu guna mencegah kerusakan tanaman yang lebih luas dan meminimalkan potensi kerugian hasil panen. Selain itu, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi *computer vision* berbasis kecerdasan buatan di bidang pertanian presisi, serta menjadi acuan bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan model klasifikasi tanaman yang lebih adaptif, terintegrasi, dan aplikatif di lapangan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam upaya menjaga agar penelitian ini tetap terfokus pada permasalahan yang telah ditetapkan, maka ditetapkan batasan-batasan penelitian sebagai berikut:

1. Klasifikasi terbatas pada tiga kelas kondisi daun padi, yaitu, daun sehat, daun terinfeksi bercak coklat sempit, dan daun yang mengalami gejala kekeringan.
2. *Dataset* yang digunakan diperoleh secara primer dari dokumentasi citra lapangan di Desa Kaliori, Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas, kemudian melalui proses augmentasi untuk meningkatkan keberagaman data latih.
3. Ekstraksi Ciri yang digunakan dalam proses klasifikasi terbatas pada ciri warna dan tekstur, tanpa mempertimbangkan faktor lingkungan lain seperti kelembaban, suhu, atau kondisi tanah.
4. Penelitian ini difokuskan pada pembangunan dan evaluasi model klasifikasi tanpa melibatkan pengembangan antarmuka pengguna atau Model aplikasi yang terintegrasi secara langsung.

1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *computer vision* untuk merancang dan mengevaluasi model klasifikasi kondisi daun padi berdasarkan citra digital. model klasifikasi yang dikembangkan adalah

CSPDarknetClassifier, yaitu arsitektur jaringan saraf tiruan berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) yang telah dimodifikasi untuk mendukung klasifikasi multi-kelas secara efisien. Arsitektur ini menggabungkan blok C2f, modul *Spatial Pyramid Pooling Fast* (SPPF), serta mekanisme *Global Average Pooling* (GAP) guna meningkatkan kemampuan model dalam mengekstraksi ciri warna dan tekstur dari citra daun padi. Penelitian diawali dengan perumusan masalah, dilanjutkan dengan studi literatur yang mendalam terkait klasifikasi citra digital, ekstraksi ciri visual (warna dan tekstur), serta penerapan arsitektur CNN dalam bidang pertanian presisi.

Dataset citra daun padi diperoleh secara primer melalui dokumentasi langsung di Desa Kaliori, Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas, yang terdiri dari tiga kelas, yaitu daun sehat, bercak daun coklat sempit, dan gejala kekeringan. Data kemudian melalui tahap pra-pemrosesan yang meliputi resizing dan augmentasi guna meningkatkan keberagaman data serta mengurangi risiko *overfitting*. Proses pelatihan dilakukan menggunakan teknik *Stratified 5-Fold Cross-Validation* untuk memastikan kestabilan performa model pada setiap subset data, sekaligus memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai generalisasi model.

Selama proses pelatihan, sejumlah parameter model seperti jumlah *epoch*, *batch size*, dan jenis *optimizer* disesuaikan agar menghasilkan performa terbaik. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik klasifikasi berupa *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1 Score* dari setiap fold untuk mengukur seberapa baik model dapat mengenali dan membedakan kondisi daun berdasarkan karakteristik visualnya. Tahap akhir penelitian mencakup analisis terhadap hasil evaluasi untuk menilai efektivitas pendekatan yang digunakan, penarikan kesimpulan, serta rekomendasi untuk pengembangan lanjutan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi awal dalam pengembangan model klasifikasi berbasis visi komputer sebagai alat bantu pengambilan keputusan di bidang pertanian.