BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di daerah tropis seperti Indonesia, curah hujan memiliki dampak yang cukup signifikan terhadap variabilitas iklim [1]. Di banyak negara, termasuk Indonesia, sektor pertanian memainkan peranan strategis dalam menunjang perekonomian nasional. Dengan kondisi iklim tropis yang mendukung serta tanah yang subur, Indonesia memiliki potensi besar dalam kegiatan budidaya tanaman yang produktif. Ruang lingkup sektor pertanian sangat luas, mencakup berbagai aktivitas pengelolaan sumber daya alam hayati, mulai dari budidaya, pengolahan hasil, hingga distribusi. Penerapan teknologi modern, pemanfaatan modal dan tenaga kerja yang optimal, serta peningkatan kualitas sumber daya manusia menjadi faktor penting dalam pengembangan sektor ini secara berkelanjutan. Di antara berbagai komoditas pertanian, tanaman padi menjadi yang paling dominan, mengingat fungsinya sebagai makanan pokok utama bagi mayoritas masyarakat Indonesia dan tidak dapat tergantikan dalam kehidupan sehari-hari [2].

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Luas panen padi pada 2024 diperkirakan sekitar 10,05 juta hektare, mengalami penurunan sebanyak 167,25 ribu hektare atau 1,64 persen dibandingkan luas panen padi di 2023.yang sebesar 10,21 juta hektare. Dari produksi padi tersebut pada 2024 diperkirakan sebesar 52,66 juta ton GKG, mengalami penurunan sebanyak 1,32 juta ton GKG atau 2,45 persen dibandingkan produksi padi di 2023 yang sebesar 53,98 juta ton GKG. Produksi beras pada 2024 untuk konsumsi pangan penduduk diperkirakan sekitar 30,34 juta ton, mengalami penurunan sebanyak 757,13 ribu ton atau 2,43 persen dibandingkan produksi beras di 2023 yang sebesar 31,10 juta ton. Mengungkapkan kecenderungan peningkatan suhu udara dan pergeseran pola curah hujan di Gorontalo selama 30 tahun terakhir. Peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrim seperti El Nino dan La Niana juga teramati. Perubahan pola iklim ini berdampak pada sektor pertanian, khususnya padi sawah sebagai komoditas utama di Gorontalo. Studi yang dilakukan oleh Prasetyo et al. (2020) menunjukkan bahwa variabilitas curah hujan dan kenaikan suhu memengaruhi penurunan hasil

padi sawah di Gorontalo. Kekeringan yang dipicu oleh El Nino pada tahun 2015 mengakibatkan puso (gagal panen) pada areal yang signifikan.

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan sumber pangan utama yang memiliki peranan vital dalam menunjang ketahanan pangan dan meningkatkan taraf kesejahteraan masyarakat Indonesia[3].Produktivitas tanaman padi merupakan salah satu aspek krusial dalam mewujudkan kedaulatan pangan nasional. Penurunan produksi padi dapat mengancam ketahanan pangan di Indonesia. Usaha peningkatan produksi padi untuk menuju ketahanan pangan, sejalan dengan tingginya intensitas kegiatan pertanaman yang dapat mengakibatkan terjadinya defisiensi kesuburan tanah [4].Kedaulatan pangan mencerminkan kemampuan suatu negara dalam memenuhi kebutuhan pangan rakyatnya secara mandiri, tanpa ketergantungan pada pasokan luar negeri. Untuk mencapai hal tersebut, dibutuhkan sistem ketahanan pangan yang kuat, yang mampu mengandalkan hasil produksi dalam negeri secara berkelanjutan. Ketahanan pangan yang stabil tidak hanya menjamin ketersediaan makanan bagi seluruh lapisan masyarakat, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan serta menjaga stabilitas sosial dan ekonomi bangsa. Oleh karena itu, inovasi teknologi dan strategi jangka panjang dalam sektor pertanian, khususnya pada komoditas padi, menjadi kunci untuk menjadikan padi sebagai pilar utama kekuatan pangan dan kesejahteraan masyarakat Indonesia [5].

Beras menjadi salah satu bahan pangan utama yang paling banyak dikonsumsi secara global, dengan tingkat konsumsi mencapai sekitar 493,13 juta metrik ton pada periode 2019–2020, dan sekitar 486,62 juta metrik ton pada tahun sebelumnya, yakni 2018–2019 [6].Beras yang berasal dari tanaman padi merupakan sumber makanan utama bagi masyarakat di Asia dan negara-negara tropis lainnya, termasuk Indonesia. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan terhadap beras pun semakin meningkat. Oleh karena itu, penting untuk menjaga stabilitas produksi beras agar permintaan tetap terpenuhi. Salah satu cara untuk mencegah terjadinya gagal panen adalah dengan memastikan kualitas tanaman padi tetap terjaga, terutama dari serangan penyakit yang menyerang daun tanaman padi [7].

Salah satu tantangan utama yang kerap dihadapi oleh petani padi adalah serangan organisme pengganggu tanaman. Organisme ini mencakup hama, penyakit, dan gulma yang dapat menghambat pertumbuhan optimal tanaman. Kehadiran mereka tidak hanya mengganggu proses budidaya, tetapi juga berpotensi menurunkan hasil panen secara signifikan. Dalam kasus yang lebih parah, serangan tersebut dapat menyebabkan kerugian besar hingga memicu terjadinya gagal panen [2].

Permasalahan hama pada tanaman padi merupakan isu krusial yang kerap menjadi perhatian dalam praktik budidaya pertanian, khususnya di lahan sawah. Hama sering kali dianggap sebagai ancaman utama oleh petani karena dapat mengganggu pencapaian hasil produksi yang optimal. Idealnya, tanaman padi yang sehat adalah tanaman yang tumbuh tanpa gangguan dari hama maupun penyakit. Namun dalam kenyataannya, tanaman padi tetap rentan terhadap berbagai serangan organisme pengganggu yang dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil panen [8].

Penyakit merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan menurunnya kuantitas dan kualitas hasil panen di sektor pertanian. Pada tanaman padi, serangan penyakit yang menyerang bagian daun dapat berdampak signifikan terhadap penurunan produksi. Terdapat berbagai jenis penyakit yang dapat menyerang daun padi, dan masing-masing umumnya memiliki solusi penanganan tersendiri. Namun demikian, bagi masyarakat atau petani yang belum berpengalaman, mengenali jenis penyakit secara tepat sering kali menjadi tantangan. Hal ini dapat menyebabkan kekeliruan dalam mengidentifikasi penyakit dan penerapan penanganan yang tidak sesuai[9].

salah satu penyebab utama menurunnya kualitas dan kuantitas hasil produksi di sektor pertanian. Serangan penyakit, terutama yang menyerang bagian daun tanaman padi, dapat berdampak signifikan terhadap hasil panen. Dalam praktik budidayanya, tanaman padi sangat rentan terhadap berbagai jenis gangguan, baik dari patogen maupun hama. Beberapa di antaranya meliputi penyakit daun, serangan penggerek batang, hama wereng, serta gangguan dari keong mas, yang semuanya dapat menurunkan produktivitas lahan secara substansial [10].

Dalam praktik budidaya tanaman padi, keberadaan penyakit merupakan salah satu hambatan serius yang dapat mengganggu produktivitas. Penyebaran

penyakit yang tidak terkendali berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi yang besar bagi para petani setiap tahunnya. Jika gejala penyakit tidak segera dikenali dan ditangani secara tepat waktu, maka hal ini bisa berujung pada penurunan hasil panen secara signifikan. Salah satu faktor utama yang menyebabkan lambatnya respons terhadap serangan penyakit adalah keterbatasan pengetahuan petani dalam mengenali jenis-jenis penyakit yang menyerang tanaman padi. Kurangnya pemahaman ini berdampak langsung pada efektivitas pengendalian penyakit dan kualitas hasil pertanian yang dihasilkan [11].

Dalam upaya mengatasi penyakit pada tanaman padi, penggunaan pestisida kimia masih menjadi pilihan utama bagi sebagian besar petani. Namun demikian, penggunaan yang tidak tepat, baik dari segi dosis maupun waktu aplikasi, justru dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap lingkungan, kesehatan manusia, maupun ketahanan tanaman itu sendiri. Oleh sebab itu, diperlukan pendekatan alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan, salah satunya melalui penerapan teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI).

Deep learning merupakan bagian dari disiplin machine learning yang memanfaatkan jaringan saraf tiruan berlapis-lapis (deep neural networks) untuk membangun representasi data secara bertingkat. Pendekatan ini terinspirasi dari mekanisme kerja otak manusia dalam mengolah informasi, sehingga memungkinkan sistem komputer untuk mengenali pola-pola kompleks yang terdapat pada data berskala besar seperti gambar, teks, maupun sinyal suara [12]

Deteksi dini terhadap gejala penyakit padi dapat membantu mencegah penyebaran lebih lanjut dan memungkinkan pengendalian yang lebih tepat sasaran. Salah satu metode AI yang telah banyak diteliti dan terbukti efektif dalam pengolahan citra adalah Convolutional Neural Network (CNN). Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa CNN mampu mengidentifikasi jenis penyakit seperti *Bacterial Leaf Blight*, *Brown Spot*, dan *Leaf Spot* dengan tingkat akurasi yang tinggi. Keunggulan CNN terletak pada kemampuannya dalam mengenali pola visual yang kompleks, menjadikannya alat yang andal dalam menganalisis citra daun padi.

Bahkan di luar bidang pertanian, CNN telah diimplementasikan secara luas oleh perusahaan teknologi besar seperti Google dan Facebook dalam berbagai aplikasi visual, seperti pengenalan wajah dan klasifikasi gambar, yang semakin memperkuat kredibilitas algoritma ini dalam pengolahan citra skala besar. Dengan

mengadaptasi teknologi serupa ke dalam sektor pertanian, khususnya untuk identifikasi penyakit tanaman padi, diharapkan produktivitas petani dapat meningkat dan ketergantungan terhadap bahan kimia berkurang secara bertahap [13].

Langkah ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efektivitas proses identifikasi, pemahaman, serta penanganan penyakit yang menyerang tanaman padi. Lebih dari sekadar meningkatkan efisiensi produksi di sektor pertanian, inisiatif ini juga bertujuan untuk menumbuhkan semangat inovasi di kalangan generasi muda agar turut serta menciptakan solusi pertanian yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perkembangan zaman.

Dengan mengintegrasikan teknologi terkini dan pengetahuan berbasis data ke dalam praktik pertanian, diharapkan dapat tercipta sebuah ekosistem pertanian yang lebih tangguh, modern, dan kompetitif. Selain memperkuat daya saing sektor pertanian lokal, pendekatan ini juga berpotensi memberikan dampak positif yang lebih luas, termasuk peningkatan taraf hidup petani, pemberdayaan masyarakat desa, serta penguatan ketahanan ekonomi daerah. Khususnya di Kabupaten Kuningan, pengembangan teknologi berbasis kecerdasan buatan dalam pertanian diharapkan menjadi salah satu pendorong utama dalam mewujudkan pembangunan daerah yang inklusif dan berorientasi masa depan [14].

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) di Indonesia terus menunjukkan kemajuan yang pesat dan mencakup berbagai sektor, mulai dari industri, pendidikan, pertanian, hingga layanan publik. Seiring dengan semakin luasnya penerapan teknologi ini, muncul pula berbagai peluang strategis yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung pembangunan nasional. Namun demikian, kemajuan tersebut juga membawa tantangan yang kompleks, termasuk potensi disrupsi terhadap nilai-nilai sosial, budaya, dan etika Masyarakat [15].

Pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*/*AI*) semakin menunjukkan perannya dalam memperkuat ketahanan tanaman pangan di sektor pertanian. Salah satu inovasi terbaru dalam bidang ini adalah penerapan teknologi pengenalan objek berbasis citra digital, yang digunakan untuk mengidentifikasi kondisi tanaman secara otomatis dan efisien [16].

Machine Learning atau pembelajaran mesin merupakan pendekatan dalam kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) yang bertujuan meniru kemampuan manusia dalam menyelesaikan berbagai persoalan. Secara sederhana, pembelajaran mesin memungkinkan komputer untuk belajar dan menjalankan tugas tertentu tanpa perlu diberi instruksi secara langsung oleh pengguna. Arthur Samuel, salah satu pelopor dalam bidang kecerdasan buatan dan permainan komputer di Amerika, mendefinisikan pembelajaran mesin sebagai cabang ilmu yang memfokuskan pada pemberian kemampuan belajar kepada komputer tanpa memerlukan pemrograman eksplisit [17].

Deep Learning, sebagai salah satu teknik yang didasarkan pada jaringan saraf tiruan, telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir dan menjadi metode populer dalam implementasi Machine Learning. Sejumlah literatur menyebutkan bahwa pendekatan ini tidak terbatas pada satu bidang saja, melainkan telah dikenal sebagai metode pembelajaran yang bersifat umum dan mampu menangani berbagai jenis permasalahan di banyak sektor. Penggunaan Deep Learning dalam ranah Educational Data Mining pertama kali tercatat pada tahun 2015 dan sejak saat itu mengalami peningkatan jumlah publikasi yang signifikan setiap tahunnya [18].

Citra merupakan hasil representasi visual dari objek dalam bentuk dua dimensi yang diperoleh dari dunia nyata. Dalam kajian ilmiah dan praktis, citra banyak digunakan di berbagai bidang seperti seni rupa, sistem penglihatan manusia (human vision), astronomi, kedokteran, teknik elektro, dan ilmu komputer. Secara teknis, citra digital tersusun atas elemen-elemen kecil yang disebut piksel, yaitu titik-titik warna yang membentuk keseluruhan gambar. Setiap piksel mengandung informasi warna dan intensitas cahaya yang secara bersama-sama merepresentasikan struktur dan detail dari suatu objek dalam bentuk visual. Citra ini kemudian dapat dianalisis, dimodifikasi, atau dikenali melalui berbagai metode dalam pengolahan citra digital, tergantung pada tujuan dan kebutuhan aplikasi yang digunakan [19].

Pengolahan citra digital merupakan teknik yang digunakan untuk melakukan serangkaian manipulasi atau analisis pada gambar guna memperoleh hasil yang lebih informatif atau memperjelas tampilan visualnya. Proses ini termasuk dalam kategori pemrosesan sinyal, di mana data masukan berupa citra, dan hasil keluarannya dapat berupa citra yang telah dimodifikasi maupun informasi tertentu

seperti fitur atau karakteristik penting yang terkandung dalam gambar tersebut [20].

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu arsitektur jaringan syaraf tiruan yang paling efektif dalam pengenalan dan klasifikasi citra. Keunggulan utama dari CNN terletak pada proses *convolution*, yaitu tahap di mana citra dianalisis dengan mengekstraksi fitur-fitur penting dari gambar tersebut. Setiap fitur ini membantu sistem dalam mengenali pola-pola visual tertentu yang mempermudah proses identifikasi. Teknik ini menjadikan proses pembelajaran pada citra digital lebih efisien dan cocok untuk diterapkan dalam berbagai aplikasi berbasis pengolahan gambar [21].

Dalam arsitektur CNN, proses utama yang dilakukan adalah operasi konvolusi, yaitu suatu bentuk operasi linier yang mengalikan bagian-bagian kecil dari input (patch) dengan bobot atau filter tertentu yang disebut kernel. Kernel pada CNN biasanya memiliki bentuk empat dimensi, mencakup tinggi, lebar, jumlah saluran (channel), dan jumlah filter. Karakteristik ini menjadikan CNN sangat efektif dalam menangani data yang memiliki struktur spasial dua dimensi, seperti gambar atau bahkan sinyal suara yang divisualisasikan dalam bentuk spektrum.

Dengan memanfaatkan dataset berskala besar yang berisi citra daun padi sehat dan yang terserang penyakit, model CNN dapat dilatih untuk mengenali pola-pola kompleks yang menjadi indikator adanya penyakit tertentu dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penerapan CNN dalam sistem identifikasi penyakit daun padi membawa perubahan signifikan dalam dunia pertanian, karena memungkinkan proses deteksi berlangsung secara otomatis dan efisien. Pendekatan ini tidak hanya mempercepat identifikasi penyakit, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan tepat, sehingga petani dapat menerapkan langkah-langkah penanganan yang sesuai guna meminimalkan potensi kerugian hasil panen [22]

Kemampuan CNN untuk menangkap fitur lokal melalui lapisan konvolusi menjadikannya lebih unggul dibandingkan jaringan saraf konvensional ketika digunakan untuk pengenalan objek, klasifikasi gambar, serta deteksi fitur visual. Oleh karena itu, CNN banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti visi komputer, pemrosesan citra medis, sistem pengawasan otomatis, dan aplikasi pertanian berbasis teknologi [23].

Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) banyak digunakan dalam pemrosesan citra karena kemampuannya yang unggul dalam mengenali gambar visual dengan tingkat akurasi yang tinggi. Berbagai penelitian telah menerapkan metode CNN untuk klasifikasi citra. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Mardiyah pada tahun 2020 dalam karya ilmiahnya yang berjudul "Implementasi Deep Learning untuk Image Classification menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) pada Citra Kebun dan Sawah." Dalam penelitiannya, digunakan dataset yang terdiri dari 100 citra, dengan pembagian data 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. Pembagian ini dipilih karena memberikan hasil akurasi validasi tertinggi yaitu 75%, sementara akurasi pada data pelatihan mencapai 96,25%. Pengujian menggunakan 20 data uji untuk dua kelas menghasilkan akurasi 75% [24].

Seiring dengan kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan, teknologi, dan komputasi, kini telah memungkinkan untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman padi dengan memanfaatkan teknik kecerdasan buatan. Salah satu pendekatan yang semakin populer adalah penerapan metode *deep learning*, yang memiliki potensi besar dalam menganalisis citra dan mendeteksi berbagai penyakit pada tanaman secara otomatis dan akurat. [3]. *Deep learning* dianggap lebih baik dari metode tradisional seperti pada umumnya *machine-learning*.[4] Metode dan algoritma yang paling populer pada *deep-learning* ialah cnn (*convolution neural network*) [20].

Berdasarkan hasil uraian sebelumnya,peneliti melakukan Identifikasi sistem dengan judul "Identifikasi Penyakit Padi Berdasarkan Citra Daun Mengunakan *Cnn*" sehingga diharapkan penelitian ini dapat membantu sektor pertanian dalam mengidentifikasi hama dan penyakit pada tanaman padi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas ditemukan sebuah masalah, yaitu:

1. Tanaman padi sebagai sumber pangan utama memiliki peran penting dalam menjaga ketahanan pangan di Indonesia. Namun, hasil panen padi seringkali terancam oleh penyakit yang menjadi faktor utama penurunan hasil panen padi, yang berdampak pada ketahanan pangan dan kestabilan ekonomi sektor pertanian di Indonesia.

2. Proses identifikasi penyakit tanaman padi yang masih mengandalkan pengamatan visual manual cenderung lambat dan rawan kesalahan. Sehingga diperlukan inovasi terbaru, terutama pada fase awal infeksi, gejala seringkali sulit dikenali, sehingga menghambat tindakan penanganan yang cepat dan tepat.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menerapkan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengidentifikasi jenis penyakit pada daun tanaman padi?
2. Bagaimana mengidentifikasi penyakit daun pada tanaman padi menggunakan Convolutional Neural Network (CNN).

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya fokus pada identifikasi penyakit tanaman padi berdasarkan citra daun, tidak mencakup bagian tanaman lain seperti batang, malai, atau akar.
2. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN)* buatan sendiri tanpa menggunakan model *pre-trained* seperti ResNet, VGG, atau MobileNet.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Untuk membangun dan menerapkan beberapa arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) dalam mengidentifikasi jenis penyakit pada daun tanaman padi..
2. Menguji kinerja model CNN buatan sendiri dalam mengidentifikasi penyakit daun padi melalui metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan *loss*.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata di berbagai aspek. Secara praktis, penelitian ini dapat dijadikan alat bantu deteksi dini untuk mengidentifikasi penyakit pada daun tanaman padi secara otomatis dan cepat, sehingga memudahkan petani dalam mengambil keputusan terkait penyakit pada tanaman padi dan juga Memberikan kontribusi dalam pengembangan metode identifikasi penyakit tanaman berbasis citra digital menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN)*, khususnya tanpa bergantung pada model *pre-trained*. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian sejenis di bidang pertanian digital dan kecerdasan buatan.