

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kentang memiliki peran peting dalam mendukung ketahanan pangan dan kebutuhan masyarakat dengan menempati posisi sebagai komoditas hortikultura terbesar ketiga di Indonesia. Namun, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan adanya penurunan yang signifikan pada produksi kentang. Dibandingkan dengan tahun sebelumnya, produksi kentang pada tahun 2023 turun hingga 16.99% atau berkurang sekitar 255.485 ton. Kondisi ini mencerminkan adanya kesenjangan yang cukup signifikan antara jumlah benih yang ditanam dan hasil produksi yang diperoleh. Meskipun benih yang ditanam pada 2023 mencapai angka 2.798.648, hasil produksi yang dihasilkan hanya sebesar 1.248.513 ton. Ketidakseimbangan ini menunjukkan bahwa potensi produksi tanaman kentang belum optimal dalam pemanfaatannya, baik dikarenakan kendala teknis dalam proses budidaya, faktor lingkungan, maupun efisiensi pertanian yang belum maksimal [1].

Ketiga faktor yang telah disebutkan sebelumnya dapat berpotensi menimbulkan berbagai jenis penyakit yang dapat menyerang tanaman kentang. Salah satu indikasi umum penyakit yaitu dengan adanya perubahan yang terjadi pada daun. Daun tanaman kentang sering kali menjadi bagian pertama yang menunjukkan gejala penyakit, seperti bercak kuning yang mengarah pada *early blight* atau gejala daun busuk yang dikenal dengan *late blight*. Meskipun kedua jenis penyakit ini cukup umum ditemukan, sebenarnya masih banyak penyebab lain yang dapat menimbulkan gangguan pada daun tanaman kentang [2].

Tidak hanya itu, penyakit pada daun tanaman kentang tidak hanya disebabkan oleh infeksi jamur, tetapi juga oleh berbagai faktor lain seperti bakteri, virus, *Phytophthora*, serangan hama (pest), nematoda, dan jamur (*fungi*). Setiap jenis penyakit tersebut memunculkan gejala yang berbeda-beda pada permukaan daun, sehingga penting untuk dilakukan diagnosis secara dini guna menentukan

penanganan yang sesuai dan meningkatkan pemahaman terhadap karakteristik penyakit yang menyerang [3].

Dalam project ini, fokus utama yaitu dilakukan klasifikasi dan prediksi terhadap berbagai jenis penyakit yang menyerang tanaman kentang dengan mengamati perubahan atau gejala yang muncul pada bagian daunnya. Keberagaman penyebab serta variasi gejala pada daun menunjukkan bahwa proses identifikasi secara manual sering kali tidak efisien dan memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, diperlukan dukungan teknologi untuk mempercepat dan mempermudah proses klasifikasi serta prediksi penyakit daun pada tanaman kentang. Teknologi ini berperan dalam membantu mengenali jenis penyakit secara lebih akurat, sehingga pengobatan dapat dilakukan secara tepat sesuai dengan penyebab spesifik yang terdeteksi [4].

Penelitian terdahulu menunjukkan berbagai pendekatan deep learning yang efektif, terutama menggunakan dataset mengenai penyakit tanaman kentang dengan berjumlah 7 kelas. Model ringan RegNetY-400MF yang dilengkapi modul squeeze-and-excitation (SE) berhasil mencapai akurasi 89,87% dan menunjukkan performa yang stabil [5]. Sementara itu, PotatoLeafGuard, sebuah arsitektur hybrid yang menggabungkan Xception dan VGG16 serta memanfaatkan augmentasi data dan dropout, mampu meraih akurasi tertinggi sebesar 94,70% [6]. Pendekatan lain menggunakan arsitektur seperti DenseNet201 yang dioptimalkan melalui fine-tuning dan strategi augmentasi untuk mengatasi ketidakseimbangan kelas, dengan mencatat akurasi terbaik sebesar 81,31% [7].

Di sisi lain, terdapat penelitian menunjukkan bahwa metode augmentasi data yang tepat mampu meningkatkan performa model CNN dan Vision Transformer (ViT), termasuk DeiT (Data-efficient Image Transformer), yang mencapai akurasi diatas 98% dalam klasifikasi penyakit daun mangga [8]. Meskipun begitu, model berbasis ViT seperti DeiT belum pernah diuji secara khusus pada dataset daun kentang dengan tujuh kelas penyakit, sehingga performanya dalam konteks ini masih belum diketahui. Kondisi ini menjadi peluang menarik untuk mengevaluasi

efektivitas DeiT dalam klasifikasi penyakit daun kentang dan membandingkannya dengan model CNN ringan yang selama ini telah menunjukkan kinerja yang baik

Untuk mendukung proses identifikasi penyakit tanaman kentang secara lebih akurat dan efisien, pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan memanfaatkan teknologi deep learning, yang saat ini dikenal luas karena memiliki kemampuan dalam menangani pengenalan pola visual secara kompleks [9]. Arsitektur yang diterapkan dalam identifikasi penyakit tanaman kentang yaitu DeiT. Model ini salah satu varian dari model transformer yang dirancang agar tetap efisien meskipun dilatih dengan data yang relatif terbatas [10]. Dengan kemampuan tersebut, diharapkan sistem ini dapat membantu petani dan pelaku pertanian dalam mendeteksi penyakit sejak dini, sehingga langkah penanganan dapat dilakukan lebih cepat dan tepat dan memiliki kontribusi signifikan dalam peningkatan hasil dan kualitas produksi kentang secara keseluruhan.

Penelitian ini merupakan bagian dari Project Independent, salah satu bentuk pembelajaran di luar kampus dalam kerangka program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) yang diselenggarakan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek). Melalui kegiatan ini, mahasiswa difasilitasi untuk mengembangkan proyek riset atau inovasi teknologi secara berkelompok, dengan bimbingan dari dosen pembimbing. Kegiatan ini menjadi sarana penguatan kompetensi mahasiswa dalam menerapkan pengetahuan secara langsung melalui pendekatan berbasis *problem solving* dan pengembangan solusi nyata di lapangan [11], [12].

Sebagai bagian dari rangkaian kegiatan *Project Independent*, setiap kelompok diwajibkan untuk mendiseminasikan hasil proyeknya melalui suatu kompetisi. Dalam hal ini, kelompok kami memilih untuk mengikuti Program Kreativitas Mahasiswa bidang Artikel Ilmiah (PKM-AI) [13]. Keikutsertaan dalam kompetisi ini tidak hanya menjadi bentuk akhir dari proses pembelajaran, tetapi juga merupakan bagian penting dalam mendorong publikasi ilmiah serta mengasah kemampuan komunikasi akademik dari seluruh peserta Project Independent. Luaran dari penelitian ini disusun dalam bentuk artikel ilmiah yang diharapkan

dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi pertanian berbasis kecerdasan buatan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang, maka dirumuskan masalah pada MBKM ini,

1. Bagaimana performa arsitektur DeiT (Data-efficient Image Transformer) dalam melakukan klasifikasi dan deteksi penyakit daun kentang?
2. Apa tantangan yang dihadapi dalam menerapkan arsitektur DeiT?
3. Bagaimana strategi atau pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi tantangan dalam penerapan arsitektur DeiT dalam klasifikasi penyakit daun kentang?

1.3. Maksud dan Tujuan

Program MBKM *Project Independent* ini bertujuan untuk mengembangkan solusi teknologi yang mendukung sektor pertanian, khususnya dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit pada daun tanaman kentang secara otomatis menggunakan model visi komputer berbasis arsitektur DeiT. Dengan pendekatan ini, diharapkan proses diagnosis menjadi lebih cepat, akurat, dan konsisten dibandingkan metode manual. Selain memberikan kontribusi nyata pada efisiensi pengendalian penyakit tanaman, program ini juga bertujuan mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam penelitian dan pemanfaatan teknologi, serta mempersiapkan untuk berpartisipasi dalam kompetisi Program Kreativitas Mahasiswa (PKM). PKM sendiri merupakan wadah yang disediakan Kemendikbudristek untuk menumbuhkan ide kreatif dan inovatif mahasiswa melalui kegiatan yang terstruktur dan berdampak. Melalui PKM, kemampuan ilmiah, berpikir kritis, dan kolaborasi dapat diasah untuk pengembangan diri dan kontribusi terhadap kemajuan bangsa.

1.4. Manfaat

Program MBKM *Project Independent* bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan dan

pengetahuan mereka melalui proyek-proyek yang bersifat nyata dan aplikatif, yang berfokus pada pemecahan masalah yang ada di masyarakat maupun dunia industri. Melalui partisipasi dalam program ini, mahasiswa tidak hanya dituntut untuk mengimplementasikan teori yang telah dipelajari di bangku kuliah, tetapi juga dilatih untuk berpikir kritis, kreatif, dan inovatif dalam merancang solusi yang berkelanjutan. Program ini memberikan ruang bagi mahasiswa untuk bekerja secara mandiri maupun kolaboratif dalam sebuah tim, mengasah kemampuan kepemimpinan, manajerial, serta memperkuat kemampuan komunikasi dan negosiasi, yang sangat penting dalam dunia profesional.

Selain itu, MBKM Proyek Independen membuka peluang bagi mahasiswa untuk memperoleh pengalaman langsung dalam mengelola proyek dari awal hingga akhir, yang tentunya akan memberikan nilai tambah bagi pengembangan karier mereka di masa depan. Mahasiswa juga dapat menghasilkan karya yang tidak hanya memiliki nilai akademis, tetapi juga memiliki dampak sosial yang positif. Lomba PKM menjadi ajang untuk menguji kualitas ide, implementasi, serta dampak yang dapat ditimbulkan dari proyek yang telah dijalankan. MBKM Proyek Independen dan lomba PKM memungkinkan mahasiswa untuk memperluas wawasan dan jaringan, berkolaborasi dengan berbagai pihak, serta memperkenalkan ide-ide kreatif yang dapat memberikan kontribusi signifikan bagi masyarakat dan negara. Selain itu, pengalaman ini juga menjadi batu loncatan bagi mahasiswa untuk mempersiapkan diri dalam memasuki dunia kerja atau melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi.